

## Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland

Lutz, Burkart (Ed.); Schultz-Wild, Rainer (Ed.)

Veröffentlichungsversion / Published Version

Konferenzband / conference proceedings

**Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:**

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. - ISF München

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Lutz, B., & Schultz-Wild, R. (Hrsg.). (1982). *Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA und der Bundesrepublik Deutschland* (Forschungsberichte aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-100857>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Burkart Lutz  
Rainer Schultz-Wild (Hg.)

---

# Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft

Erfahrungen aus Frankreich,  
Japan, USA und der  
Bundesrepublik Deutschland

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e. V.  
ISF München

---

**campus**

**Forschung**

Lutz/Schultz-Wild (1982): Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft  
URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-100857>

**ISFMÜNCHEN**  
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.

INSTITUT FÜR SOZIALWISSEN-  
SCHAFTLICHE FORSCHUNG E. V.

8 MÜNCHEN 40  
JAKOB-KLAR-SIR. 2

7026

Campus Forschung  
Band 338

Forschungsberichte aus dem  
Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V.  
JSF München



Burkart Lutz  
Rainer Schultz-Wild (Hg.)

# Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft

Erfahrungen aus Frankreich,  
Japan, USA und der  
Bundesrepublik Deutschland

Campus Verlag  
Frankfurt/New York

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft

: Erfahrungen aus Frankreich, Japan, USA u.d.  
Bundesrepublik Deutschland / Burkart Lutz ;  
Rainer Schultz-Wild (Hg.). - Frankfurt am Main ;  
New York : Campus-Verlag, 1982.

(Campus : Forschung ; Bd. 338) (Forschungs-  
berichte aus dem Institut für Sozialwissen-  
schaftliche Forschung e.V.)

ISBN 3-593-33213-2

NE: Lutz, Burkart (Hrsg.); Campus / Forschung

ISBN 3-593-33213-2

Die Forschungsberichte werden herausgegeben vom Institut für  
Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. (ISF), München.

Copyright (c) 1982 bei ISF, München

Alle Rechte, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung und Ver-  
breitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes  
darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein an-  
deres Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Instituts re-  
produziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbei-  
tet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Vertrieb: Campus Verlag, Myliusstraße 15, 6000 Frankfurt 1

Druck und Herstellung: Söllner, Schöpferplatz 1, 8000 München 50

Printed in Germany

## INHALT

|   |     |
|---|-----|
| ISF: Einleitung   | 1   |
| Johannes Looman   |     |
| Das flexible Fertigungssystem der Zahnradfabrik<br>Friedrichshafen  | 13  |
| Alain d'Iribarne  |     |
| Flexible Fertigungssysteme in Japan:<br>Technische, wirtschaftliche und soziale Aspekte                     | 27  |
| Olivier Bertrand  |     |
| Das flexible Fertigungssystem im Werk Bouthéon<br>von Renault Véhicules Industriels (R.V.I.)                | 41  |
| Donald Gerwin   |     |
| Arbeitnehmerreaktionen auf flexible Fertigungs-<br>systeme und Folgerungen für die Arbeitsorgani-<br>sation | 57  |
| Werner Dostal   |     |
| Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme in der<br>Bundesrepublik Deutschland                                | 73  |
| Burkart Lutz  |     |
| Personalstrukturen bei automatisierter Fertigung  | 85  |
| Rainer Schultz-Wild   |     |
| Flexible Fertigungssysteme und ihre Einsatzstruk-<br>turen - ein Diskussionsüberblick                       | 103 |
| Literaturverzeichnis  | 125 |
| Das Institut für Sozialwissenschaftliche<br>Forschung e.V. München  | i   |





## Einleitung

Am 26. und 27. Juli 1982 veranstaltete das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung zusammen mit der Zahnradfabrik Friedrichshafen AG ein internationales Arbeitsgespräch, dessen Ergebnisse den Hauptteil des hiermit vorgelegten Forschungsberichtes ausmachen.

Hintergrund, Anlaß und Zielsetzung dieses Arbeitsgespräches verdienen einige Erläuterungen, zumal auch seine Anlage und seine inhaltliche Ausrichtung ohne deren Kenntnis nicht ohne weiteres verständlich sind.

### I. Der Hintergrund: das flexible Fertigungssystem der ZF und die Aufgaben sozialwissenschaftlicher Begleitforschung

Seit dem Winter 1977/78 wird im Werk Friedrichshafen der ZF ein "flexibles Fertigungssystem" - und zwar im Unterschied zu den meisten bisher bestehenden oder in Planung bzw. Bau befindlichen Systemen dieser Art, nicht für prismatische, sondern für scheibenförmige ("rotationssymmetrische") Teile - geplant und gebaut, das im Jahre 1983 betriebsbereit an die Fertigung übergeben werden soll. Das Vorhaben, über das der nachfolgende Beitrag von Prof. Dr. Ing. Looman, ZF AG, informiert, wird unter dem Titel "Wandel der Arbeitsbedingungen durch ein verkettetes Fertigungssystem mit modularem Aufbau" vom Bundesministerium für Forschung und Technologie im Rahmen des Förderprogramms Fertigungstechnik gefördert.

Das ISF München erhielt den Auftrag, für dieses Projekt der ZF die sozialwissenschaftliche Begleitforschung, und zwar für den Zeitraum von Förderbeginn bis zum Ende einer ersten Normalbetriebsphase, zu übernehmen.

Bei Anlage und Durchführung dieser Begleitforschung sah sich das ISF mit zwei Anforderungen sehr unterschiedlicher Art konfrontiert:

Einmal sollte das Institut gemäß den Absprachen vor Auftragserteilung und gemäß den expliziten Zielen des der Auftragsvergabe zugrunde liegenden Arbeitsplanes an dem Friedrichshafener Beispiel die Entwicklung und die sozialen Auswirkungen flexibler Automatisierung in der zerspanenden Bearbeitung kleiner und mittlerer Serien beobachten und so beschreiben und analysieren, daß möglichst zuverlässige und weitreichende Schlüsse auf zu erwartende Veränderungstendenzen von Arbeitssituation und Arbeitsorganisation, Arbeitsplatz- und Qualifikationsstruktur in den Teilen der metallverarbeitenden Industrie (insbesondere Maschinen- sowie, zumindest partiell, auch Fahrzeugbau) gezogen werden können, in denen ähnliche Fertigungsbedingungen bestehen.

Zum anderen wurde jedoch das Institut in vielfältiger, zum Teil sehr nachdrücklicher Form zu aktiver Beteiligung an der Planung und Gestaltung der personalwirtschaftlichen Komponenten des neuen Systems gedrängt: Sei es, weil das ISF durch die formale Struktur des Projektes in eine Arbeitsgemeinschaft mit anderen - ingenieurwissenschaftlichen und arbeitswissenschaftlichen - Begleitforschungsinstituten eingebunden war, die ihre Aufgabe auf ganz selbstverständliche Weise in einer aktiven Mitwirkung an der Konzipierung, Planung und Konstruktion des Systems (seiner technischen Komponenten bzw. - im Fall der arbeitswissenschaftlichen Begleitforschung - der Mensch-System-Schnittstellen) sahen; sei es, weil betriebliche Instanzen, und hier wiederum in erster Linie der Betriebsrat, auf ebenso selbstverständliche Weise vom Institut und seinen Mitarbeitern Orientierungs-, wenn nicht Entscheidungshilfen bei der Bewältigung der mit dem Aufbau und dem Einsatz des flexiblen Fertigungssystems verbundenen sozial- und personalpolitischen Aufgaben und Probleme erwarteten, sei es endlich, weil Sozialwissenschaftler unmöglich über so viele Jahre hinweg in einem Betrieb ein- und ausgehen und am Auf und Ab der Entwicklung eines so ehrgeizigen Innovationsprojektes teilnehmen können, ohne sich in der einen oder anderen Weise auch für das Projekt oder doch wenigstens für wichtige seiner Teilaspekte mitverantwortlich zu fühlen.

Damit stellte sich jedoch die Frage, ob - und gegebenenfalls wie - die Anforderungen der einen - beobachtenden - mit Anforderungen der anderen - mehr oder minder direkt intervenierenden - Art vereinbart werden können. Welche Antwort man auf diese Frage gibt, hängt entscheidend davon ab, wie man das Verhältnis zwischen Produktionstechnik und ihrer Entwicklung auf der einen Seite, den Formen menschlicher Arbeit und ihren Veränderungstendenzen auf der anderen Seite sieht.

Gemäß einer sehr traditionsreichen, auch heute noch außerhalb der Sozialwissenschaften weit verbreiteten und zumindest anfänglich unter den anderen Projektbeteiligten zweifellos vorherrschenden Sichtweise ist der Zusammenhang zwischen Fertigungstechnik, Arbeitsorganisation und Qualifikationsanforderungen, zwischen fertigungstechnischen Innovationen und Veränderungen der Arbeitsformen gleichzeitig sehr eng und durch eine eindeutige Hierarchie gekennzeichnet: Eine bestimmte Fertigungstechnik erzeugt jeweils klar definierte Anforderungen an den Zuschnitt der Arbeitsplätze und die qualifikatorische Ausstattung der Arbeitskräfte, die erfüllt werden müssen, wenn nicht Rentabilität und Effizienz gefährdet werden sollen. Bei fertigungstechnischen Innovationen geht es danach in erster Linie, wenn nicht ausschließlich, darum, die den neuen technischen Verhältnissen entsprechende Arbeitsorganisation herauszuarbeiten und durch zweckentsprechende personalpolitische Maßnahmen - insbesondere Auswahl und/oder Ausbildung der Arbeitskräfte - dafür Sorge zu tragen, daß die von der Arbeitsorganisation definierten Arbeitsplätze adäquat besetzt werden.

Gemäß dieser Konzeption sind die beiden eben skizzierten Anforderungen, die im Rahmen des ZF-Projektes an sozialwissenschaftliche Begleitforschung gestellt wurden (und zum Teil heute noch gestellt werden), nicht nur ohne weiteres miteinander vereinbar, sie lassen sich sogar am besten gemeinsam erfüllen. Die aktive Mitarbeit an der Herausarbeitung der richtigen Arbeitsorganisation für das in Entstehung begriffene flexible Fertigungssystem liefert gemäß dieser Konzeption zugleich die beste Grundlage dafür, zuverlässige Aussagen über generelle zukünftige Entwicklungstendenzen in ähnlich gelagerten Betrieben oder Betriebsteilen zu formulieren.

Ganz anders ist die Vereinbarkeit von Anforderungen der einen oder anderen Art zu bewerten, wenn man unterstellt, daß Arbeitsorganisation und Qualifikationsanforderungen nicht einfach durch technologische Merkmale von Produktionsprozeß und maschineller Ausrüstung determiniert, sondern vielmehr in erheblichem Umfang von diesen unabhängig gestaltbar sind. Dann ist durchaus die Möglichkeit gegeben, daß die Aufgaben und Ziele beobachtender und gestaltender Beteiligung von Sozialwissenschaftlern an technischen Innovationen in offenen Widerspruch miteinander treten.

## II. Eine sozialwissenschaftliche Konzeption: Fertigungstechnik und Arbeitsorganisation als Gestaltungsparameter betrieblicher Politik

---

Zunächst eher durch theoretische Überlegungen begründet, dann aber immer mehr auch durch empirische Belege gestützt, hat sich in der sozialwissenschaftlichen und vor allem industriesoziologischen Diskussion im Laufe der 70er Jahre weithin die Erkenntnis durchgesetzt, daß ein und die gleiche Fertigungstechnik durchaus mit unterschiedlichen Formen von Arbeitsorganisation, Zuschnitt der Arbeitsplätze, vertikaler und horizontaler Arbeitsteilung und hieraus folgenden Qualifikationsanforderungen vereinbar ist, und zwar, ohne daß eine dieser Varianten eindeutig allen anderen im Hinblick auf Rentabilität und Effizienz überlegen wäre. Dieses Konzept ist in dem folgenden Beitrag von Burkart Lutz am ideltypischen Beispiel einer automatisierten Fertigung etwas näher erläutert, die prinzipiell durch ähnliche Verhältnisse charakterisiert ist, wie sie für das im Aufbau befindliche flexible Fertigungssystem der ZF gelten.

Hier genügt es, darauf hinzuweisen, daß gemäß dieser Konzeption:

- o Auslegung bzw. Veränderungen der Arbeitsorganisation nicht nur von fertigungstechnischen Notwendigkeiten und Anforderungen bedingt sind, sondern auch nicht-technischen Einflußgrößen unterliegen, die insbesondere betriebspolitischer und personalwirtschaftlicher Art sind;

o das Gewicht dieser nicht-technischen Einflußgrößen mit fortschreitender Mechanisierung und Automatisierung steigt.

Im Falle weitgehend automatisierter flexibler Fertigungssysteme ist also zu erwarten, daß vergleichbare, wenn nicht sogar in vieler Hinsicht identische technische Problemlösungen mit Arbeitsplatz- und Personalstrukturen und Formen der Arbeitsorganisation kombiniert werden, die stark voneinander abweichen. Mit derartigen Unterschieden ist vor allem dann zu rechnen, wenn:

(a) solche Systeme in Unternehmen eingesetzt werden, die - z.B. auf dem Hintergrund verschiedener industrieller Tradition oder im Rahmen national besonderer Strukturbedingungen - jeweils für andere Märkte produzieren und unterschiedliche Absatzstrategien, Politiken der Produkt- oder Verfahrensinnovation u.ä. verfolgen;

(b) verschiedenartige personalwirtschaftliche Ausgangsbedingungen und Voraussetzungen bestehen, indem beispielsweise Facharbeiter oder auch qualifizierte Techniker bzw. Ingenieure relativ sehr knapp oder eher reichlich vorhanden sind, indem im jeweiligen Betrieb viel oder wenig Erfahrung mit systematischer Qualifizierung von Produktionsarbeitern vorhanden ist oder indem die im Umfeld des flexiblen Fertigungssystems bisher vorherrschende Rationalisierungspolitik eher auf straffe Aufgabenzuweisung an nur kurzfristig anzulernende Arbeitskräfte oder eher auf die Nutzung vielseitiger Einsetzbarkeit breit qualifizierter Arbeitskräfte abgestellt ist.

Diese Konzeption hat auch weitreichende Konsequenzen für die Anforderungen, die an die personalwirtschaftliche und arbeitsorganisatorische Planung und Steuerung größerer fertigungstechnischer Innovationsvorhaben gestellt werden. Gemäß diesem Konzept genügt es nämlich keineswegs, aus den technischen Merkmalen des neuen Systems die Arbeitsanforderungen abzuleiten und durch Auswahl und/oder Ausbildung sicherzustellen, daß die zukünftige Bediennschaft diese Anforderungen auch erfüllen kann. Dann muß z.B. auch geklärt werden, wie das im Aufbau befindliche System in die zukünftige Fertigungsstruktur des Werkes eingegliedert werden

soll, welchen Anforderungen an Flexibilität und Innovationsfähigkeit in Zukunft entsprochen werden soll und welche Stellung die zukünftige Bedienmannschaft in den vorhandenen oder für die Zukunft angestrebten Personalstrukturen haben soll.

Nicht zuletzt muß in diesem Zusammenhang auch eine Frage gestellt werden, die weit über das spezielle einzelne System hinausweist: Soll vor allem auf möglichst reibungslose Integration des Systems und seiner Bedienmannschaft in die vorhandenen betrieblichen Strukturen geachtet werden oder läge es nicht vielleicht im werkspolitischen Interesse, einen gegebenenfalls mit dem Aufbau des neuen Fertigungssystems verbundenen deutlichen Innovationssprung zum Anlaß zu nehmen, einen langfristig angelegten Umschichtungsprozeß der Personal- und Arbeitsstruktur einzuleiten oder voranzutreiben, der den Zukunftsperspektiven des Unternehmens besser entspricht, als eine bloße Fortschreibung der gegenwärtig bestehenden Strukturen?

Ein erstes Ziel des Arbeitsgespräches, dessen Ergebnisse hiermit vorgelegt werden, war es, die Richtigkeit und Tragweite der eben kurz skizzierten Konzeption des Verhältnisses von Technik und Arbeit bei automatisierter Fertigung zu überprüfen. Vor allem im internationalen Vergleich müssen ja, wenn diese Konzeption richtig ist, gleichermaßen rationale, gleichermaßen an Rentabilität und Effizienz orientierte Entscheidungsprozesse beim Aufbau flexibler Fertigungssysteme im Hinblick auf Arbeitsorganisation und Personalstruktur zu sehr verschiedenen Ergebnissen führen, auch wenn die technischen Merkmale der jeweiligen Systeme nicht sehr weit voneinander abweichen.

Ohne dem Urteil des Lesers vorzugreifen, darf man doch wohl sagen, daß die vorgetragenen Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse mit hoher Übereinstimmung dieser Konzeption entsprechen - und zwar sowohl, wenn man verschiedene flexible Fertigungssysteme in einem Land vergleicht, wie dies für bereits laufende Systeme in Japan und der Bundesrepublik, für je ein laufendes und im Aufbau begriffenes System in Frankreich möglich war, als auch wenn man ähnlich ausgelegte Systeme in verschiedenen Ländern betrachtet.

In gleichem Maße, wie die Richtigkeit der skizzierten sozialwissenschaftlichen Konzeption die Beziehung von Technik und Arbeit bestätigt wird, gewinnt freilich auch das Problem möglicher Unvereinbarkeit von beobachtenden und mitgestaltenden Aufgaben von sozialwissenschaftlicher Begleitforschung betrieblicher Innovationsvorhaben an Bedeutung.

### III. Der Widerspruch zwischen beobachtenden und gestaltenden Aufgaben und die Versuche des ISF zu seiner Auflösung

Versteht man den Aufbau eines flexiblen Fertigungssystems (oder jeden anderen größeren Innovationsprozeß in einem Industriebetrieb) als einen komplexen Entscheidungs- und Gestaltungsprozeß, der gemäß der eben skizzierten Konzeption keineswegs nur von fertigungstechnischen und fertigungsorganisatorischen Zielsetzungen, sondern z.B. auch in erheblichem Maße von personalwirtschaftlichen Faktoren gesteuert wird, so befindet sich sozialwissenschaftliche Begleitforschung, insoweit von ihr gefordert wird, in diesen Gestaltungsprozeß einzugreifen, in einer ausgesprochen schwierigen Lage. Dies in zweifacher Hinsicht:

Zunächst einmal stellt sich dann sehr dringlich die Frage, inwieweit ein sozialwissenschaftliches Forschungsinstitut überhaupt dazu qualifiziert und legitimiert ist, aktiv auf die Ordnung von Sachverhalten Einfluß zu nehmen, die im Kernfeld der Zuständigkeit und Verantwortung der Tarif- und Betriebsverfassungsparteien liegen, so daß jede Lösung immer auch Konvergenz oder Kompromiß verschiedener, mehr oder minder konfliktueller Interessen darstellt und nicht bloß - wie etwa die Auslegung eines Steuerungssystems - aus rein sachlogischen Überlegungen abgeleitet werden kann.

Zum anderen stellt sich die Frage, ob nicht - sofern für die erste Frage eine befriedigende Antwort gefunden werden konnte - durch aktive Mitwirkung von Sozialwissenschaftlern im Projektablauf dessen exemplarischer Charakter gefährdet und damit die Chance nachhaltig beeinträchtigt wird, aus den Beobachtungen am ein-

zelnen Fall (hier: in Friedrichshafen) Schlußfolgerungen zu ziehen, die auch für andere Betriebe Geltung beanspruchen dürfen, in denen in Zukunft flexible Fertigungssysteme ohne öffentliche Förderung und ohne Beteiligung sozialwissenschaftlicher Begleitforschung installiert werden. Zumindest auf den ersten Blick ist dies ja nur dann möglich, wenn in personalwirtschaftlicher Hinsicht das beobachtete Innovationsprojekt möglichst durch Interventionen Dritter unbeeinflußt, d.h., wenngleich mit öffentlichen Mitteln gefördert, doch weitgehend so abläuft, als ob es sich ausschließlich um eine firmeninterne Maßnahme fertigungstechnischer Automatisierung mit eindeutigem Rationalisierungsziel handelt.

Wie das Institut glaubt, mit den durch diese beiden Fragen bezeichneten Problemen fertig werden zu können, sei hier nicht im Detail dargestellt, aber doch wenigstens angedeutet, da sich hieraus weitere wichtige Ziele des Friedrichshafener Arbeitsgespräches ergeben:

Die Auflösung des Widerspruchs zwischen beobachtenden und mitgestaltenden Aufgaben wurde und wird - um hiermit zu beginnen - auf einem Wege versucht, der zwar erheblichen Aufwand der Erhebung und Analyse verursacht, jedoch alles in allem einigermaßen erfolgversprechend erscheint. Er besteht darin, neben der unmittelbaren Begleitung des vom BMFT geförderten Projektes mittels zum Teil sehr detaillierter Recherchen in Friedrichshafen, in anderen Fertigungsstätten der ZF-Gruppe und in anderen Unternehmen mit ähnlich gelagerten Verhältnissen und Problemen die Informationen zu beschaffen, mit deren Hilfe sich einigermaßen zuverlässig angeben läßt, wie unter den gegebenen Verhältnissen eine vergleichbare fertigungstechnische Innovation ohne öffentliche Förderung und die damit verbundenen externen Interventionen abgelaufen wäre und zu welchen Ergebnissen im Hinblick auf Personalstruktur, Qualifikationsanforderungen u.ä. sie voraussichtlich geführt hätte.

Für die Arbeit an einem solchen simulierten Ablauf eines typischen Innovationsvorhabens sind Erkenntnisse darüber, wie anderswo flexible Fertigungssysteme aufgebaut und personell besetzt werden und



unter welchen Bedingungen, Voraussetzungen und betriebspolitischen Zielsetzungen dies jeweils geschah, von großem Wert - wenngleich dies allein wahrscheinlich die Durchführung des Arbeitsgespräches noch nicht gerechtfertigt hätte.

Wichtiger noch war die Funktion des Arbeitsgespräches für den Weg, auf dem das Institut glaubt, das andere Problem lösen zu können, das sich aus dem Widerspruch zwischen Anforderungen an aktive Mitgestaltung des flexiblen Fertigungssystems und der fehlenden Legitimation dafür ergibt, direkt oder indirekt in die Verhandlungs- und Entscheidungskompetenz der Tarif- und Betriebsverfassungsparteien zu intervenieren. Dieser Weg ist durch eine Kombination von zwei Arten von Arbeitsschritten gekennzeichnet:

Einmal war die am ZF-Projekt beteiligte Arbeitsgruppe<sup>1)</sup> des ISF bestrebt, in den wichtigsten Entwicklungsphasen des Projekts auf der Grundlage der verfügbaren Informationen und inzwischen durchgeführten Analysen jeweils zu klären:

- o welche Tendenzen personalwirtschaftlicher Art sich vermutlich beim Aufbau des flexiblen Fertigungssystems durchsetzen werden und welche der denkbaren Varianten von Arbeitsorganisation und Qualifikationsstruktur sich damit vermutlich realisieren wird;
- o wie dies in der Perspektive der langfristigen Interessen des Betriebes, im Hinblick auf die Belange der betroffenen Arbeitnehmer und im Bezug zu wünschenswerten gesellschaftlichen Entwicklungen zu bewerten wäre;
- o ob sich gegebenenfalls Alternativen vorstellen lassen, die gemäß den drei genannten Kriterien eine höhere Präferenz verdienen würden;

---

1) Mitglieder der ISF-Arbeitsgruppe für dieses Projekt sind:  
Inge Asendorf, Marhild v. Behr, Christoph Köhler, Burkart Lutz,  
Christoph Nuber und Rainer Schultz-Wild.

- o welche Überlegungen, Informationen und Anregungen dazu beitragen könnten, die Entwicklung im Projekt eher in Richtung einer solchen wünschenswerten Alternative zu lenken.

In diesem Sinne wurde z.B. schon in einem relativ frühen Projektstadium deutlich:

- o daß das Werk nicht nur ein hohes Interesse daran haben müßte, für die Bedienungsmannschaft des FFS eine relativ hohe Qualifikation anzustreben, sondern auch daran, den Innovationssprung des flexiblen Fertigungssystems dazu zu nutzen, eine schrittweise Umschichtung der bisher fast ausschließlich auf kaum formalisierter Anlernung beruhenden Qualifikationsstruktur großer Teile seiner Fertigungsbelegschaft in Richtung auf systematische und breite Qualifizierung vom Typ der traditionellen Facharbeiterausbildung einzuleiten;
- o daß entsprechende Maßnahmen auch den Interessen eines großen Teils der direkt oder indirekt betroffenen Arbeitskräfte entgegenkommen müßten;
- o und daß sie auch in bildungs-, arbeitsmarkt- und gesellschaftspolitischer Hinsicht positiv einzuschätzen wären.

Zum anderen bemühte sich das Institut dann, derartige Erkenntnisse nicht in Form definierter Gestaltungsempfehlungen, sondern vielmehr in einer Form in den Projektablauf einzugeben, die dem notwendigerweise politischen Charakter der zu treffenden Entscheidungen angemessen ist. Dies geschah vor allem über sogenannte "Problemanalysen", die vom Institut erstellt und allen Projektbeteiligten, vor allem aber den zuständigen Werksinstanzen, zugänglich gemacht wurden. Hierbei hat sich insbesondere das Instrument "sozialwissenschaftlicher Arbeitsgespräche" bewährt, in deren Verlauf Mitarbeiter des Instituts, aber auch von diesem eingeladene externe Fachleute, zu wichtigen Themen (Qualifizierung, interne Mobilität, zu erwartende Freisetzung durch das FFS u.ä.) ihre Untersuchungen und Erfahrungen referierten und mit den anderen Projektbeteiligten diskutierten.

In diesem Sinne hatte sich das Institut von der Präsentation ausländischer und deutscher Untersuchungsbefunde und Erfahrungen zu und mit flexiblen Fertigungssystemen beim sozialwissenschaftlichen Arbeitsgespräch am 26. und 27. Juli 1982 zweierlei erhofft:

1. die reale Variationsbreite von Arbeitsorganisation und Qualifikationsstruktur bei flexiblen Fertigungssystemen zu demonstrieren und damit auf den personalwirtschaftlichen Gestaltungsspielraum aufmerksam zu machen, den das Werk hier besitzt.

2. Belege dafür beizubringen, daß eine bestimmte Variante der Ausnutzung des personalwirtschaftlichen Gestaltungsspielraums Politiken und Planungen entspricht, die auch anderorts anzutreffen sind, wenngleich oftmals nicht gleich günstige Voraussetzungen zu ihrer Realisierung gegeben sind. Diese Variante würde sich vor allem charakterisieren durch: eine wenig arbeitsteilige Arbeitsorganisation; eine qualifizierte, vielseitig einsetzbare Bedienmannschaft; Rekrutierung der Bedienmannschaft aus der angelernten Fertigungsbelegschaft; Vermittlung einer anspruchsvollen Ausbildung, die als Vorläufer für breiter gestreute Bildungsmaßnahmen genutzt werden kann.

Da die auf diesem Arbeitsgespräch vorgetragenen und diskutierten Befunde wahrscheinlich auch über den Kreis der Projektbeteiligten hinaus von Interesse sind und - anders als bei allen vorausgegangenen sozialwissenschaftlichen Arbeitsgesprächen - keinen ausgesprochenen betriebs- bzw. projektbezogenen Charakter tragen, entschloß sich das Institut in Absprache mit den zuständigen Mitarbeitern des Projektträgers Fertigungstechnik und der ZF AG zu ihrer Veröffentlichung. Wir danken insbesondere allen externen Autoren für ihre Zustimmung hierzu.

Die Beiträge der ausländischen Referanten wurden von Mitarbeitern des Instituts ins Deutsche übersetzt.

München, im Oktober 1982

INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.



Johannes Looman<sup>+</sup>

## Das flexible Fertigungssystem der Zahnradfabrik Friedrichshafen

### Gliederung:

- I. Automatisierungsengpässe im Bereich der metallverarbeitenden Fertigung
- II. Handhabungstechnik als Mittel der Fertigungsautomatisierung
- III. Flexible Fertigungssysteme

#### I. Automatisierungsengpässe im Bereich der metallverarbeitenden Fertigung

Die Bestrebungen, industrielle Fertigungsvorgänge zu mechanisieren und zu automatisieren, stießen bisher in einem wichtigen Bereich industrieller Fertigung auf besondere Schwierigkeiten, nämlich bei der - vor allem zerspanenden - Bearbeitung von Metallteilen in mittleren und kleinen Serien. Sobald die für Massenfertigung charakteristischen Seriengrößen unterschritten werden, erfordert der Fertigungsablauf immer noch, daß jedes einzelne Teil von Hand bewegt wird.

Teilt man die industrielle Fertigung schematisch in drei Bereiche ein, so läßt sich für jeden dieser Bereiche der gegenwärtig erreichte Mechanisierungs- bzw. Automatisierungsstand in etwa wie folgt darstellen,

- die Massenfertigung (Monofertigung) führte zu Transferstraßen, Taktmaschinen und Vollautomaten mit fest verketteten oder abgetakteten Arbeitsfolgen,

---

<sup>+</sup>) Prokurist und Hauptabteilungsleiter, Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, Friedrichshafen.

- die Serienfertigung (Losgrößen ca. 150 bis 2000 Stück) förder- te speziell angepaßte Fertigungslinien, Magazinmaschinen und Halbautomaten mit vorzugsweise loser Verkettung und Pufferung und
- die Kleinserien- und Einzelfertigung (Losgrößen bis ca. 150 Stück) eröffnete den numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen ein breites Anwendungsfeld.

|                  | ①<br>Massenfertigung                            | ②<br>Serienfertigung           | ③<br>Kleinserie<br>Einzelfertigung |
|------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| Werkzeugmaschine | Automaten<br>Transferstraßen<br>Sondermaschinen | Halbautomaten<br>Magazinmasch. | universelle WZM<br>NC - Maschinen  |
| Handhabung       | starre Verkettungen<br>automat. Übergabe        | manuell                        | manuell                            |
| Materialfluß     | automatisch                                     | manuell,<br>halbautomatisch    | manuell                            |

Weiterentwicklung durch Einsatz  
von Handhabungsgeräten und  
flexiblen Fertigungssystemen

Bild 1: Automatisierungsstand in der industriellen Fertigung

Im mittleren Bereich, also bei der Serienfertigung von Werk- stücken mit verschiedener Geometrie, wechselnden Losgrößen und unterschiedlichen Arbeitsfolgen, wird in vielen Industriebetrie- ben die Notwendigkeit der manuellen Werkstückhandhabung und des manuellen Werkstücktransports zunehmend zu einem fertigungstech- nischen wie betriebswirtschaftlichen Problem. Dies löste im letz- ten Jahrzehnt weitreichende Entwicklungen im Bereich der Handha- bungstechnik aus; diese waren wiederum in vielen Fällen eine Vor- aussetzung für die Realisierung flexibler Fertigungssysteme, in denen auch der Materialfluß automatisch abläuft.

## II. Handhabungstechnik als Mittel der Fertigungsautomatisierung

### 1. Ausgewählte Anwendungsgebiete

Die Handhabungstechnik zur Automatisierung der Fertigung ist weit über die hier vor allem interessierende zerspanende Fertigung hinaus von Bedeutung und bietet sich besonders auf folgenden charakteristischen Anwendungsgebieten an:

- o Umformung
  - Sinterpressen
  - Glasbearbeitungsmaschinen
- o Warmumformung
  - Schmiedepressen
  - Schmiedehämmer
  - Ringwalzwerke
- o Kaltumformung
  - Ziehpressen
  - Stanzpressen
  - Biegemaschinen
- o Spanabhebende Fertigung
  - Drehmaschinen
  - Fräsmaschinen
  - Bohrmaschinen
  - Schleifmaschinen
- o Warmbehandlung
  - Härteanlagen
  - Glühöfen
  - Induktionshärtemaschinen
- o Fügen
  - Montieren
  - Schrauben
  - Löten
  - Schweißen

Diese Gebiete sind gekennzeichnet durch Forderungen nach Verbesserung der technisch-wirtschaftlichen Nutzung (Werkzeugmaschinen usw.), durch eine Verschärfung der Sicherheitsvorschriften (Pressen usw.) oder durch Bemühungen um Humanisierung und Erleichterungen an Arbeitsplätzen (Härteanlagen usw.).

## 2. Bausteine

Bei der Projektierung von Automatisierungsaufgaben steht der Handhabungsautomat nicht allein im Mittelpunkt. Er wird umgeben von weiteren Handhabungs-Bausteinen (Peripherie-Geräten), die in ihrer Gesamtheit das Automatisierungsproblem lösen.

Hierzu gehören:

- Speicher, Magazine
- Vereinzelungseinrichtungen
- Schwerkraftverkettungen
- Hubeinrichtungen, Weichen, Rollenbahnen
- Greifer-Bausteine
- Transportable Speicher
- Indexiereinrichtungen
- Transport- und Verkettungseinrichtungen

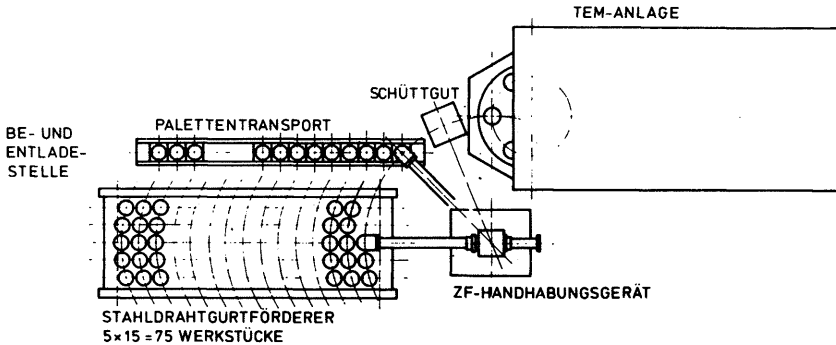
## 3. Problemlösungen

Der Zusammenhang zwischen den beschriebenen Handhabungsbausteinen läßt sich am besten an geschlossenen Problemlösungen zeigen. Hierzu ein Beispiel:

Bild 2 zeigt das Be- und Entladen einer thermischen Entgratanlage. Der Handhabungsautomat ist hier aus zwei Gerad- und einer Drehführung (X-, Z- und C-Achse) mit hydraulisch betätigten Arbeitszylindern und ansteuerbaren Festanschlägen aufgebaut. Die in Paletten manuell vorgepackten Werkstücke (Gesamtgewicht bis 300 N) werden an einer definierten Schnittstelle von einem Magnetgreifer übernommen und nach einer Hub- und einer Schwenkbewegung auf dem Schließsteller des Rundtisches der Entgratmaschine



abgesetzt. Nach dem Entgraten werden die Paletten mit den Werkstücken, die eine Temperatur von ca. 120° haben, durch den Hand-



**Bild 2:** Be- und Entladen einer thermischen Entgratanlage

habungsautomaten in Fünferreihen auf einem Stahlgutförderer abgestellt, wo sie abkühlen. Die Gesamtaktzeit beträgt 22 bis 30 Sekunden.

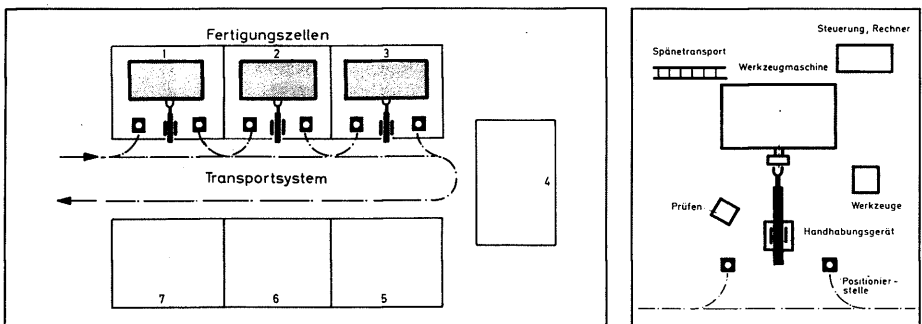
### III. Flexible Fertigungssysteme

#### 1. Das Prinzip flexibler Automatisierung in Serienfertigung

In der mittleren Spalte von Bild 1 bietet sich für die Serienfertigung eine weiterführende Automation der Werkstückhandhabung (Be- und Entladen) und des Werkstücktransportes an. Dieses bereitet bei kleineren oder mittleren Stückzahlen große Schwierigkeiten. Viele Industrieländer (z.B. Japan, USA, Schweden, DDR) suchen die Lösung in "Flexiblen Fertigungssystemen" (FFS). Auch in der Bundesrepublik Deutschland wird an der Entwicklung solcher Systeme gearbeitet.

**Bild 3** zeigt das Schema eines solchen flexiblen Fertigungssystems. Es wird aus einzelnen selbständigen und beliebig aufstellbaren Fertigungszellen zusammengesetzt. Jede Fertigungszelle besteht

ihrerseits aus einer Werkzeugmaschine, einem Handhabungsgerät, Positioniereinrichtungen und eventuell erforderlichen weiteren Einrichtungen. Jede Fertigungszelle wird von einer eigenen Steuerung geführt. Die einzelnen Fertigungszellen sind mit einem Verkettungssystem (Transportsystem) untereinander verbunden, das die Werkstücke einzeln oder in Magazinen an die jeweilige Positioniereinrichtung/Maschine heranbringt. Die gesamte Anlage wird von einem übergeordneten Zentralrechner gesteuert.



**Bild 3:** Links: Schema eines flexiblen Fertigungssystems, bestehend aus 7 Fertigungszellen und Handhabungsgeräten in Verbindung mit Transport- und Speichersystemen.

Rechts: Schema einer Fertigungszelle

Die Realisierung einer solchen Fertigungsanlage für stündlich oder täglich wechselnde Werkstücke mit unterschiedlichen Bearbeitungsfolgen ist nur durch ein System möglich, welches

- o den schrittweisen Einsatz herkömmlicher und neuer Werkzeugmaschinen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden erlaubt;
- o sowohl die manuelle Beschickung und Bedienung der Maschinen als auch die vollautomatische Werkstückhandhabung und Teilefertigung ermöglicht;

- o den Transport der Werkstücke von Maschine zu Maschine und die Speicherung zwischen den Arbeitsgängen erleichtert und
- o welches flexibel und bausteinmäßig austauschbar ist und
- o schlußendlich wirtschaftlich arbeitet.

## 2. Die NKW-Getriebefertigung im Werk Friedrichshafen von ZF

Der Schwerpunkt der ZF/Geschäftsbereich Friedrichshafen liegt auf der Entwicklung und Produktion von Schaltgetrieben für mittlere und schwere Nutzkraftwagen (NKW). Das Fertigungsvolumen von mehr als 150.000 Stück p.a. konzentriert sich leider nicht auf wenige Typen, sondern verteilt sich auf sehr viele Ausführungen und Varianten: auf Handschaltgetriebe, halbautomatische Getriebe und Vollautomaten, auf unterschiedliche Größen, unterschiedliche Gangzahlen, kundenspezifische Anpassungen und dergleichen mehr.

Jedes Getriebe besteht seinerseits aus Gußteilen (Gehäuse, Deckel), aus sperrigen Teilen (Schaltgabeln, Schaltstangen) und aus Rotationsteilen (Zahnräder, Schiebemuffen, Wellen). Jedes Getriebe hat nur ein Gehäuse, aber mindestens drei Wellen und zwölf oder mehr Zahnräder. Mit diesem Zahlenspiel soll nur angedeutet werden, daß sich in der Zahnradfertigung große, wenn auch unterschiedliche Stückzahlen addieren. Der Arbeitsablauf gliedert sich in die Weichbearbeitung (Drehen, Räumen, Bohren, Verzahnen ...), in die Wärmebehandlung (Einsatzhärtung) und die abschließende Hartbearbeitung (Verzahnungsschleifen).

Durch dieses breite Anwendungsspektrum ist in der ZF der Übergang von der Werkstattfertigung zur Fertigung in Teilefamilien weit fortgeschritten. Gemeinsam mit Werkzeugmaschinen-Herstellern wurden einzelne Verkettungen und automatische Beschickungseinrichtungen mit und ohne vorgeschaltete Speicher entwickelt. Eine weiterführende Automatisierung in Richtung flexibler Fertigungssysteme ist daher sehr naheliegend.

### 3. Das flexible Fertigungssystem von ZF

Auf diesem Hintergrund plant und baut die Zahnradfabrik Friedrichshafen AG zur Zeit ein flexibel verkettetes Fertigungssystem für die spanende Fertigung von Rotationsteilen in mittleren Losgrößen. Mit diesem Projekt sollen unter Nutzung der bei ZF bestehenden Erfahrungen in Entwicklung und Bau von Handhabungsgeräten (frei programmierbare Industrieroboter) am Beispiel der eigenen Fertigung Problemlösungen der Fertigungsautomatisierung konzipiert und erprobt werden, die über das eigene Werk hinaus Bedeutung besitzen können.

In einer Vorstudie wurden mögliche Werkstückspektren, Fertigungsmittel, Fertigungsabläufe, Handhabungsgeräte, Transport- und Steuerungssysteme zusammengestellt und daraus in Zusammenarbeit mit Konstruktion und Fertigungsvorbereitung eine Fertigungsfamilie ausgewählt, die ca. 250 Positionen scheibenförmiger Rotationsteile umfaßt. Für jede der genannten Positionen wurden die Abmessungen, Gewichte, ihre erforderlichen Bearbeitungsverfahren, Bearbeitungspläne sowie der Maschinenbedarf und die Belegungszeiten festgelegt. Hieraus entstand die in Bild 4 dargestellte Gesamtanlage, die zu sechs Arbeitsbereichen zusammengefaßt werden kann:

- Be- und Entladen
- Drehen und Räumen
- Wälzfräsen
- Verzahnung stoßen/hinterrollen/schaben
- Zahnkanten brechen/abrunden
- Schmierlöcher bohren usw.
- Schichtführung des FFS

Für jeden Arbeitsbereich wurden ausführliche Arbeitsbeschreibungen zusammengestellt, in denen alle Einzelheiten der künftigen Tätigkeiten aufgelistet sind. Für jede Fertigungszelle (-maschine), für die Handhabungsgeräte, für das Transportsystem und für das Steuerungssystem wurden Pflichten- und Lastenhefte erstellt, die die Grundlage für die Zusammenarbeit mit den Werkzeugmaschinen-

und Steuerungsherstellern bildeten. Zur Zeit wird die Anlage aufgestellt und erprobt.

Das Projekt erstreckt sich über den Zeitraum von 1977 (Vorstudie und Beginn der Planungsphase) bis 1983 (Übergabe des FFS an die Fertigung und Aufnahme des Normalbetriebes); die lange Projektdauer erklärt sich zum Teil durch die sorgfältige Auswahl des Teilespektrums und durch die in der Planungsphase getroffene Entscheidung, die wichtigsten Fertigungszellen des Systems mit Werkzeugmaschinen auszustatten, die für diesen Zweck neu konstruiert wurden. Diese zeichnen sich - insbesondere aus Gründen der Betriebs- und Arbeitssicherheit - durch eine Trennung von Bedienraum (von außen auch während des laufenden Betriebs gefahrlos zugänglich) und Beschickraum (von innen gegenüber den Bedienern abgeschirmter Bewegungsraum der Transport- und Handhabungsgeräte) sowie durch eine Reihe leistungssteigernder Innovationen aus.

Das Vorhaben wird vom Bundesminister für Forschung und Technologie im Rahmen des Förderprogramms Fertigungstechnik gefördert. Projektträger ist das Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträgerschaft Fertigungstechnik (PFT).

#### 4. Personalbesetzung und personalwirtschaftliche Begleitmaßnahmen

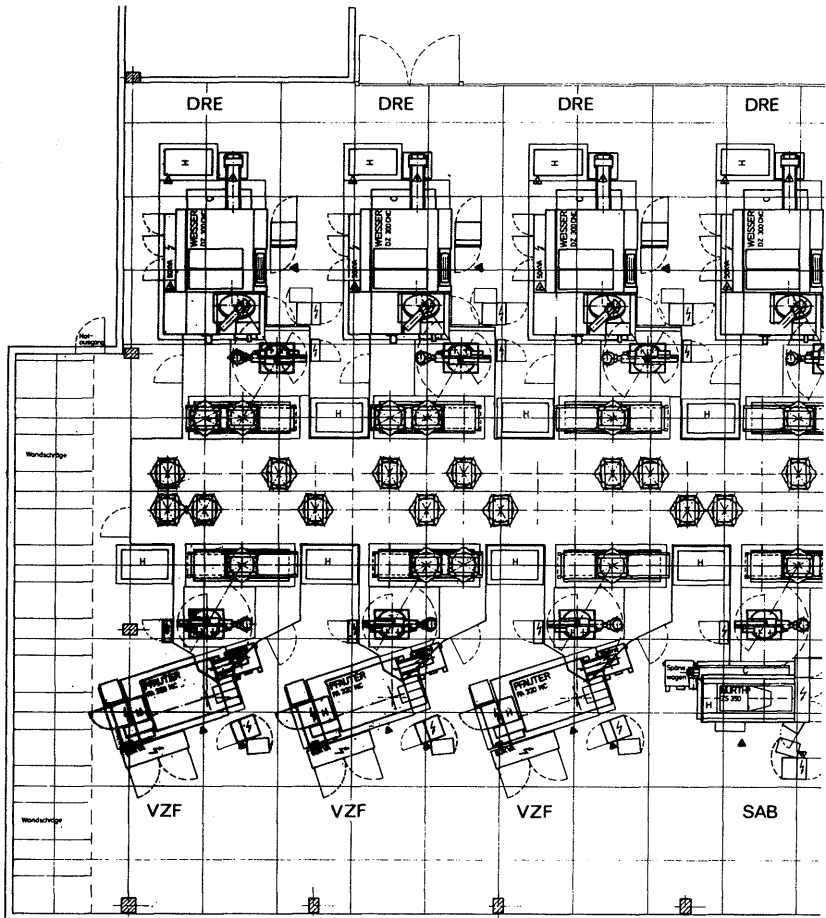
Im Normalbetrieb wird das FFS, das für einen zweischichtigen Betrieb vorgesehen ist, eine Schichtbesetzung von voraussichtlich 6 Personen benötigen.

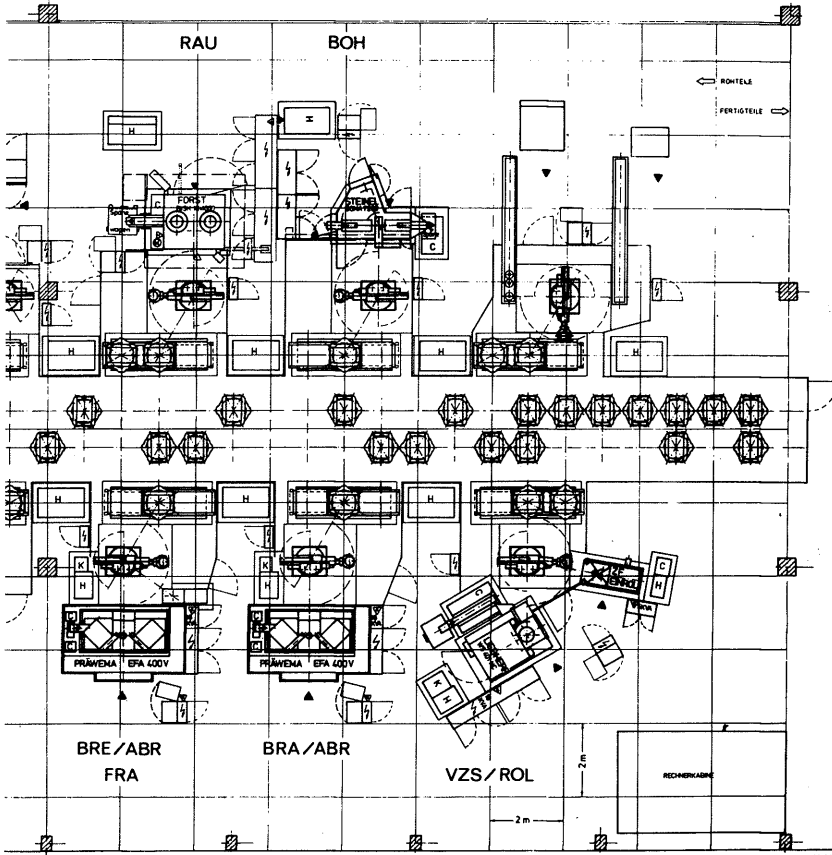
Die Bedienmannschaft wird sich auf drei Arbeitsfunktionen verteilen:

- Systemüberwachung (1 Arbeitsplatz)
- Systembediener (4 Arbeitsplätze)
- Be- und Entladen (1 Arbeitsplatz)

Entsprechend den Tätigkeitsbeschreibungen für die Arbeitsfunktionen werden an den Arbeitsplätzen für Systembediener Qualifikationsanforderungen gestellt, die über dem Niveau des herkömmli-

**Bild 4:** Layout des flexiblen Fertigungssystems der Zahnradfabrik Friedrichshafen AG





chen Facharbeiters in der mechanischen Fertigung liegen. Von den Systembedienern werden - um maximale Austauschbarkeit der Arbeitskräfte untereinander zu sichern - sehr gute Kenntnisse aller im System vorkommenden Bearbeitungsverfahren (Drehen, Fräsen, Schaben etc.), der entsprechenden Maschinen und der Transport- und Handhabungsgeräte sowie zumindest Grundlagenkenntnisse der jeweiligen Steuerungen verlangt.

Der Arbeitsplatz Systemüberwachung/Anlagenführen wird alle an den Systembediener gestellten Anforderungen einschließlich und darüber hinaus beträchtliche Kenntnisse im Hinblick auf die Steuerung des Transportsystems und des gesamten FFS voraussetzen.

Der Arbeitsplatz des Be- und Entladens wird demgegenüber geringere fachliche Anforderungen stellen.

Ob im Normalbetrieb die Arbeitskräfte jeweils dauerhaft einer der drei Arbeitsfunktionen zugeordnet werden oder aber im Rotationsverfahren zwei bzw. alle drei Funktionen wechselnd besetzen werden, ist noch nicht endgültig geklärt.

Auf der Grundlage einer zu diesem Zwecke abgeschlossenen Betriebsvereinbarung steht - mit Förderung durch das BMFT - seit Ende 1982 eine erste Pilotgruppe von 10 Arbeitskräften in Ausbildung für die Funktionen von Systembedienung und partiell auch bereits Systemüberwachung. Der Ausbildungsplan umfaßt neben jeweils mehrwöchentlichen Einarbeitungszeiten an allen im System vertretenen Maschinen eine Reihe von theoretischen Kursen, einschließlich einer vertieften Einführung in NC-Steuerung. Insgesamt sind hierfür 15 Monate Netto-Ausbildungszeit angesetzt, was unter Berücksichtigung von Urlaub und Krankheit etwa 1,5 Jahren entspricht. Im Herbst 1982 hat eine zweite, gleich starke Pilotgruppe die Ausbildung aufgenommen. Die beiden Pilotgruppen von auszubildenden Arbeitskräften wurden von einer paritätischen Kommission aus einem größeren Kreis von Bewerbern ausgesucht, die sich auf eine innerbetriebliche Ausschreibung hin gemeldet hatten. Bei der Auswahl wurde insbesondere auch Wert darauf gelegt, Arbeitskräfte mit unterschiedlicher Vorqualifikation und Arbeitserfahrung zu berücksichtigen.



sichtigen. In der ersten Ausbildungsgruppe besitzen 6 Arbeitskräfte eine einschlägige Facharbeiterausbildung, 4 waren als (allerdings meist qualifizierte) Angelernte beschäftigt. Der Ausbildungsplan ist darauf abgestellt, beiden Gruppen gleiche Qualifizierungschancen zu geben.



Alain d'Iribarne<sup>+</sup>

Flexible Fertigungssysteme in Japan:

Technische, wirtschaftliche und soziale Aspekte

Gliederung:

- I. Allgemeine Bemerkungen
- II. Besonderheiten der einzelnen Systeme
- III. Gemeinsamkeiten der japanischen Systeme
- IV. Personalwirtschaftliche Aspekte: Das Beispiel von Toshiba Tungaloy
- V. Technische Kurzbeschreibung der vier Systeme

I. Allgemeine Bemerkungen

Im Rahmen einer Studienreise im Auftrag des französischen staatlichen Qualifikationsforschungsinstituts CEREQ hatte ich kürzlich Gelegenheit, einige 1981 in Betrieb gegangene japanische flexible Fertigungssysteme (FFS) zu besichtigen. Soweit feststellbar, haben in Japan im Jahr 1981 acht flexible Fertigungssysteme die Produktion aufgenommen. Meine Ausführungen beziehen sich auf vier von ihnen, von denen ich drei (Fujitsu Fanuc, Werk Fuji; Nippon Yusoki, Werk Kyoto und Toshiba Tungaloy) selbst besichtigen konnte, während ich mich bei dem vierten System (Yamazaki, Werk Niwa Gun) auf inzwischen veröffentlichte, recht detaillierte Darstellungen stütze.<sup>1)</sup>

In seiner idealen Form besteht ein flexibles Fertigungssystem aus einer Reihe von Werkzeugmaschinen, die untereinander durch je ein zentrales Transport- und Steuerungssystem verbunden sind, mit deren Hilfe der Werkstückfluß zwischen den einzelnen

<sup>+</sup>) Direktor des Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (C.N.R.S.) - Aix-en-Provence.

1) Bei den vier anderen 1981 in Betrieb gegangenen Systemen, die hier nicht besprochen werden, handelt es sich um ein FFS für Teile von Werkzeugmaschinen bei Murata, Werk Inuyama, ein FFS für Motorwellen von Fuji Electric, Werk Zuzuka, ein FFS für Zylinderköpfe von Dieselmotoren bei Niigata engineering, Werk Niigata, und ein FFS für Teile von Handhabungsgeräten von Shin Meiwa, Werk Takarazuka.

Maschinen nach Optimalkriterien gesteuert wird. Dies setzt im einzelnen voraus:

- o mehr oder minder vielseitig verwendbare Werkzeugmaschinen (Bearbeitungszentren, Drehmaschinen usw.) mit Mehrfachwerkzeug, aber nicht notwendigerweise Mehrfachwerkstückträgern;
- o Fernsteuerung der Werkzeugmaschinen vom Typ DNC mit oder ohne Möglichkeit zu autonomer Steuerung der einzelnen Maschine;
- o ein automatisches Transport- und Handhabungssystem;
- o eine zentralisierte Steuerung dieser Systeme;
- o einen Zentralrechner, der die optimale Verteilung des Werkstückflusses im System vornimmt.

Der Einsatz von CNC-Maschinen erfordert ein hierarchisches Steuerungssystem mit zwei Ebenen.

Das Übersichtstableau über die wichtigsten Eigenschaften der hier behandelten vier FFS zeigt ebenso wie die als Anhang beigefügten technischen Kurzbeschreibungen, daß - allenfalls mit Ausnahme des Systems bei Yamazaki - die tatsächlichen Verhältnisse mehr oder minder weit vom Ideal abweichen. Dies gilt offensichtlich auch für die vier anderen 1981 angelaufenen, hier aber nicht näher behandelten Systeme. Dies ist um so aufschlußreicher, als die Abweichung des tatsächlichen Zustands vom idealen FFS von einem Betrieb zum anderen jeweils ganz anders ausfällt. Offensichtlich gibt es also betriebstypische Besonderheiten, auf die nunmehr in einem ersten Schritt etwas näher einzugehen ist, bevor dann die für alle japanischen Systeme typischen Bedingungen und Merkmale herausgearbeitet werden sollen.

Übersicht: Vier flexible Fertigungssysteme (FFS) in Japan

| Unternehmen<br>Werk         | Werkzeug-<br>maschinen  | Systemkonfiguration              |                           | Hersteller          | Fertigung   | Bemerkungen  |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------|---|--|
|                             |                         | Transport                        | Steuerung                 |                     |   |  |
| Toshiba<br>Tungaloy         | 1 DRE<br>4 BAZ<br>1 SLE | manuell + Hand-<br>habungsgeräte | Kleinrechner<br>64 Kb     | Toshiba<br>Tungaloy | Schneidwerk-<br>zeuge                             | Start 1981, auto-<br>matisierter Trans-<br>port in 2 Jahren  |
| Fujitsu<br>Fanuc<br>(Fuji)  | 7 DRE<br>22 BAZ         | 3 Hubwagen +<br>Paletten         | Facop 2770                | Fujitsu Fanuc       | prismatische<br>Teile für Hand-<br>habungstechnik | 2 automatisierte<br>Lager-, Be- und Ent-<br>laden teilweise<br>manuell   |
| Nippon<br>Yusoki<br>(Kyoto) | 3 BAZ                   | Hubwagen +<br>Paletten           | Kleinstrech-<br>ner 16 Kb | Nippon Yusoki       | prismatische<br>Teile für Ga-<br>belstapler       | Start Jan. 1982<br>Teil einer konven-<br>tionellen Ferti-<br>gungslinie, mit<br>gemeinsamem Trans-<br>portsystem                             |
| Yamazaki<br>(Niwa Gun)      | 18 BAZ                  | Hubwagen +<br>Palette            | PDP 11/23                 | Yamazaki            | Teile für Werk-<br>zeugmaschinen                  | Start Okt. 1981,<br>automatisierter<br>Werkzeugtransport<br>zwischen Werkzeug-<br>träger an Maschine<br>und Zentralwerkzeug-<br>lager in Bau |

DRE = Drehmaschine  
BAZ = Bearbeitungszentrum  
SLE = Schleifmaschine

## II. Besonderheiten der einzelnen Systeme

In den vier hier betrachteten Unternehmen bzw. Werken lassen sich jeweils verschiedene betriebspolitische Problemlagen identifizieren, die zum Aufbau des flexiblen Fertigungssystems führten und sich dann auch in der Auslegung der Systeme niederschlagen:

1. Toshiba Tungaloy integrierte ein neues System in ein älteres Werk für die Kleinserien- oder Einzelfertigung eines sehr großen Spektrums von verschiedenen großen Teilen mit stark variierender und komplizierter Bearbeitungsgeometrie, die allerdings ziemlich klar umschriebenen Teilefamilien angehören. Wesentliches Ziel war also, hohe Flexibilität und Bearbeitungsgenauigkeit unter wirtschaftlichen Bedingungen zu erreichen.

Diesem Problem entspricht die Auslegung des Systems mit zweistufiger Steuerung und sehr leistungsfähigen Werkzeug- und Werkstückmagazinen (die eine automatische Bearbeitung eines großen Werkstückspektrums gestatten) und automatischem Programmwechsel an den Bearbeitungsmaschinen, während die Automatisierung des Transports nicht als zentrales Problem gilt und erst später in Angriff genommen wird. Bemerkenswert sind auch die lange Dauer der Planungsphase (mehr als zwei Jahre), die sehr sorgfältige Inbetriebnahme (neun Monate), und der verzögerte Aufbau eines automatischen Transportsystems.

2. Das FFS von Fujitsu Fanuc ist Teil einer groß ausgelegten, hochmodernen Fertigung von Handhabungsgeräten; es ist zugleich als Demonstrationsobjekt für die Leistungsfähigkeit des Unternehmens gedacht. Auch hier ist Flexibilität ein wichtiges Ziel, da Werkstücke verschiedener Abmessungen mit variierendem, teilweise hohem Gewicht bearbeitet werden. Deshalb wurde ein starker Akzent auf den Ausbau des Transportsystems (auf sich überkreuzenden Induktionsschleifen laufende Hubwagen) gelegt und offensichtlich hoher Zuverlässigkeit Vorrang vor technischen

Spitzenleistungen eingeräumt; es gibt weder DNC-Betrieb noch automatischen Wechsel abgenutzter oder gebrochener Werkzeuge; der Ablauf macht einen eher bedächtigen Eindruck.

3. Wieder anders ist die Problemlage bei Nippon Yusoki: Hier handelt es sich darum die CNC-gesteuerten oder konventionellen Werkzeugmaschinen, die in einer nur wenig modernisierten Werkstatt verfügbar waren, optimal zu nutzen, wozu in erster Linie die Handhabungsprobleme schwerer Teile zu lösen waren. Offensichtlich ging es dem Werk auch darum, mit dem System seine Leistungsfähigkeit in einer neuen - seiner bisherigen Fertigung (insbesondere Gabelstapler) benachbarten - Technologie zu demonstrieren. Hauptziele sind hier Einfachheit und geringe Kosten (Rechner, Software, Hubwagen, Regallager und Palettenladegeräte kosten zusammen nur etwa DM 0,5 bis 1 Mio.).

4. Das von uns nicht besichtigte, aber in der Literatur ausreichend dokumentierte FFS von Yamazaki stellt eine Art Gegenstück dar: ein neues Werk, hohe Variabilität von Werkstückgeometrie und -gewicht, gleichfalls ein Demonstrationsobjekt, diesmal aber für einen Werkzeugmaschinenhersteller, weshalb offensichtlich besonderes Gewicht auf einen fortgeschrittenen Entwicklungsstand von Werkzeugmaschinen und Steuerung mit dem Ziel möglichst hoher Gesamtverfügbarkeit gelegt wurde; demgegenüber sind Transport und Handhabung, wie beim System von Nippon Yusoki, eher einfach ausgelegt.

Zusammenfassend könnte man sagen:

| System           | Werkzeugmaschinen<br>und Steuerung | Handhabung und<br>Transport |
|------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Toshiba Tungaloy | hochentwickelt + DNC               | zweitrangig                 |
| Fujitsu Fanuc    | relativ einfach                    | hochentwickelt              |
| Nippon Yusoki    | relativ einfach                    | relativ einfach             |
| Yamazaki         | hochentwickelt + DNC               | relativ einfach             |

### III. Gemeinsamkeiten der japanischen Systeme

Unabhängig von den Besonderheiten der einzelnen Systeme, die eben als Ergebnis betrieblicher Ausgangsbedingungen und betrieblicher Strategien kurz dargestellt wurden, gibt es auch wichtige Gemeinsamkeiten, auf die nunmehr eingegangen werden soll:

1. Mit Aufbau und Auslegung der flexiblen Fertigungssysteme wurden in allen vier Fällen drei betriebliche Ziele verfolgt:
  - (a) Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit durch Verfügung über leistungsfähige Produktionsanlagen unter Nutzung fortschrittlicher technischer Möglichkeiten;
  - (b) maximale Flexibilität der Fertigungsstruktur;
  - (c) maximale Zahl von Betriebsstunden bei minimaler personeller Besetzung außerhalb der Tagschicht.
2. Diese gemeinsamen Zielsetzungen sind Bestandteil einer übergreifenden Bedingungs- und Politikkonstellation:
  - (a) Wirtschaftlichkeit in langfristiger Perspektive hat Vorrang: Alle technischen Lösungen werden einer vorausgehenden Wirtschaftlichkeitsprüfung unterworfen. Angestrebt werden weniger technologische Höchstleistung als möglichst wirtschaftlicher Einsatz von Technik. Wenn es rentabel ist, werden Betriebsmittel eingesetzt, die dem neuesten technischen Stand entsprechen, andernfalls wird auch mit älteren Einrichtungen noch weitergearbeitet.
  - (b) Die Bestrebungen zur Verkürzung der Durchlaufzeiten mit entsprechender Verminderung des in der Fertigung gebundenen Kapitals ist in praktisch allen japanischen Betrieben zu beobachten; diesem Ziel dienen z.B. auch Fertigungssteuerungssysteme vom Typ "Kanban" bei Toyota und die Qualitätskontrollgruppen.



- (c) Das Bestreben, schnell auf Schwankungen in der Nachfrage reagieren zu können, ist weit verbreitet.

3. Hinzu kommen für Japan typische Bedingungen der Personalwirtschaft und des Arbeitskräfteeinsatzes:

- (a) Hohe Qualifikation der Fertigungsbelegschaft im Zusammenhang mit verbreiteten Bestrebungen zur Sicherung vielseitiger Einsetzbarkeit mit Hilfe von Rotation zwischen verschiedenen Arbeitsplätzen und von gezielten Ausbildungsmaßnahmen.
- (b) Personalwirtschaftliche Sachzwänge, die sich entweder aus der Personalpolitik der Unternehmen oder aus gesetzlichen Bestimmungen ergeben. Im einen Fall führt die Politik garantierter "Lebenszeitbeschäftigung" ebenso wie die Politik geringer qualifikationsabhängiger Verdienstdifferenzierung zu relativ hohen Kosten junger und unqualifizierter Arbeitskräfte, wodurch sich entsprechend der Druck auf Automatisierung einfacher Tätigkeiten erhöht. Im anderen Fall bewirken die hohen Zuschläge für Nacht- und Feiertagsarbeit (bis zu 75 %) ein hohes Interesse der Betriebe an Konzentration des Personaleinsatzes auf die Tagschicht.
- (c) Dieses Interesse wird dadurch noch verstärkt, daß eine Verlängerung der Schichtarbeit durch Überstunden in großem Umfang möglich ist und sowohl von den Arbeitskräften wie auch von den Gewerkschaften akzeptiert wird.

Unzweifelhaft spielten diese drei personalwirtschaftlichen Bedingungen eine wichtige Rolle bei den Entscheidungen der japanischen Unternehmen über die Einführung, die Auslegung und die Betriebsweise ihrer flexiblen Fertigungssysteme.

#### IV. Personalwirtschaftliche Aspekte: Das Beispiel von Toshiba Tungaloy

1. In diesem flexiblen Fertigungssystem für prismatische und rotationssymmetrische Teile (bei dem, wie erinnerlich, zum Beobachtungszeitpunkt wegen der großen Vielfalt der Werkstückgeometrie der systeminterne Transport noch nicht voll automatisiert war) sind insgesamt 16 Personen in einer Schichtbesetzung beschäftigt.

Die eigentliche Fertigungsbelegschaft besteht aus 10 Arbeitern, von denen einer eine Art Vorarbeiterfunktion ausübt. Diese sind wie folgt eingesetzt:

- o 3 Arbeiter beim Be- und Entladen sowie beim Überwachen der Bearbeitungsmaschinen;
- o 2 Arbeiter bei der Werkzeugvorbereitung und -voreinstellung sowie bei der Qualitätskontrolle;
- o 5 Arbeiter beim Entgraten und bei der Vormontage der bearbeiteten Teile.

Alle 10 Arbeiter haben eine Oberschule erfolgreich abgeschlossen.

In einer besonderen, außerhalb des Systems untergebrachten, aber derzeit ausschließlich für das System tätigen Programmiergruppe sind 6 Arbeitskräfte tätig, deren Aufgaben im Testen und Verwalten des wegen der sehr großen Teilevielfalt besonders umfangreichen Programmbestandes und im Änderungsdienst bestehen. 3 der Programmierer verfügen über einen Oberschulabschluß, 3 weitere über einen Hochschulabschluß.

2. Die Besetzung des flexiblen Fertigungssystems war und ist Gegenstand sorgfältig geplanter personalpolitischer Maßnahmen:

Die zukünftigen Angehörigen der Systembesetzung wurden nach Aussagen des Unternehmens unter den "besten" Arbeitskräften des Werkes ausgewählt und extern bei TOYODA (den Werkzeugmaschinen-

Produzenten der TOYOTA-Gruppe) ausgebildet, wo man über die größten Erfahrungen bei der Konstruktion flexibler Fertigungssysteme verfügt.

Wie die meisten japanischen Unternehmen betreibt auch Toshiba Tungaloy im Rahmen seiner jährlichen Unternehmensplanung eine systematische Politik werksinterner Versetzungen. Im Falle des flexiblen Fertigungssystems haben mehrere der 13 Arbeitskräfte mit Oberschulabschluß bereits den Arbeitsplatz gewechselt (insbesondere durch Übertritt aus der Programmiergruppe in die Fertigungsbelegschaft und umgekehrt). Die drei Programmierer mit Hochschulabschluß wurden bisher an ihrem Arbeitsplatz belassen, da das System noch keine zwei Jahre im Betrieb ist, doch werden auch sie in Zukunft wahrscheinlich an andere Arbeitsplätze im Betrieb, vor allem in der Konstruktionsabteilung, versetzt werden.

3. Schon bei der Konzipierung des flexiblen Fertigungssystems war beabsichtigt, es möglichst bald im mannlosen Betrieb zu fahren. Diese Absicht schlug sich unter anderem in einer detaillierten Einfahr- und Einarbeitungsplanung nieder:

In den ersten beiden Monaten arbeiteten 6 Arbeitskräfte in einer Schichtbesatzung an je einer der 6 Bearbeitungsmaschinen.

Im dritten und vierten Monat wurden diese 6 Arbeitskräfte auf 2 Schichtbesatzungen aufgeteilt, die in Wechselschicht arbeiteten.

Mit dem Beginn des fünften Monats wurde auf dreischichtigen Betrieb (mit 2 Maschinenbedienern je Schicht) übergegangen; schon im sechsten Monat fiel der Anteil der störungsbedingten Stillstandszeiten auf 2,2 % der Betriebszeit (was praktisch dem festgelegten Grenzwert für mannlosen Betrieb von 2 % entsprach).

Im neunten Monat wurde mit mannloser Fertigung während der Nachtzeit begonnen.

Im zehnten Monat wurde der Normalbetrieb mit einer Tagschicht aufgenommen. Das System wird bei Schichtende um 17.00 Uhr beladen und arbeitet dann im Geisterbetrieb während eines Teils der Nacht.

## V. Technische Kurzbeschreibung der vier Systeme

### Toshiba Tungaloy (Kawasaki)

Das System besteht aus einer Drehmaschine, vier Bearbeitungszentren und einer Schleifmaschine. Es ist mit einem zentralen Kleinrechner mit 64 kb und DNC-Steuerung ausgestattet. Es stellt Schneidwerkzeuge sehr verschiedener Abmessungen her.

Ein charakteristisches Merkmal des FFS von Toshiba Tungaloy ist zumindest bis jetzt das Fehlen eines automatisierten Transportsystems; dieses wird erst in zwei Jahren zur Verfügung stehen. Gegenwärtig sind die einzelnen Maschinen mit Werkstückmagazinen mit automatischer Übergabe an die Maschine ausgerüstet, die noch von Hand beladen werden.

Der Systemrechner übernimmt neben der DNC-Steuerung der Werkzeugmaschinen die Produktionsüberwachung und die Kontrolle des Werkzeugzustands. Die Werkzeugmaschinen sind mit einer Werkzeugüberwachung (Abnutzung und Bruch) sowie einer automatischen Qualitätskontrolle ausgerüstet, deren Werte ständig in die Steuerung zurückgekoppelt werden. Bei Bedarf erfolgt automatischer Werkzeugwechsel. Das gesamte Steuerungssystem ist hochentwickelt.

Die im Magazin gelagerten zu bearbeitenden Werkstücke sind mit einer Codierung versehen, die vor der automatischen Übergabe an die Werkzeugmaschine mit einem Sollwert verglichen wird.

### Fujitsu Fanuc (Fuji)

Das System besteht aus 7 Drehmaschinen und 22 Bearbeitungszentren. Der Werkstücktransport erfolgt auf Paletten mittels 3 induktionsschleifengesteuerter Hubwagen und Handhabungsgeräten. Das System wird von einem Zentralrechner des Typs Facop 2770 gesteuert. Die Stücke werden von Hand auf Paletten gespannt und in zwei automatisierten Lagern gespeichert. Das System stellt prismatische Teile für Handhabungsgeräte (Industrieroboter) her. Keine direkte Steuerung der Werkzeugmaschinen durch den zentralen Rechner.

Ein charakteristisches Kennzeichen des FFS von Fujitsu Fanuc besteht in dem rechnergesteuerten Transportsystem: Die Werkstücke werden automatisch von Karussellagern aufgenommen und den Bearbeitungsmaschinen zugeführt.

Ein Teil der Werkzeugmaschinen ist mit Mehrfach-Werkstückträgern und automatischem Werkzeugwechsel ausgerüstet.

Die Steuerungsprogramme werden den einzelnen Maschinen entsprechend dem Fertigungsprogramm des Monats eingegeben.

Neben der Steuerung des Transportsystems besorgt der Zentralrechner auch Störungsmeldung und Störungsdiagnose bei den Werkzeugmaschinen und die Feststellung von Werkzeugbruch. Mit seiner Hilfe übertragen 27 in regelmäßigen Abständen geschwenkte Kameras Bilder vom Fertigungsablauf auf 9 Bildschirme in einem zentralen Leitstand. Darüber hinaus besteht eine sehr hoch entwickelte Betriebsdatenerfassung.

Der zentrale Leitstand ist vor allem zur Überwachung des Systems bei "Geister"-Betrieb bestimmt; dieser ist jedoch durch die beschränkte Aufnahmefähigkeit der Karussellager (maximal 2 Stunden für bestimmte Teile) begrenzt.

### Nippon Yusoki (Kyoto)

Das System besteht aus 3 Bearbeitungszentren und ist Teil einer konventionellen Bearbeitungslinie, die als Ganzes durch einen automatischen Paletten-Transportwagen bedient wird. Das System bearbeitet prismatische und Rotationsteile für Gabelstapler.

Ein charakteristisches Merkmal des FFS von Nippon Yusoki ist sein linearer Aufbau, beginnend mit einem Spannplatz, wo die Werkstücke von Hand auf Standardpaletten von ungefähr 500 x 500 mm aufgespannt werden, und einer parallelen Reihe von Werkzeugmaschinen und Regallagern als Zwischenspeicher. Zwischen beiden Reihen läuft der Transportwagen auf Schienen.

Ein anderes charakteristisches Merkmal besteht darin, daß das gleiche Transportsystem außer den 3 automatisch be- und entladenen Bearbeitungszentren des FFS auch ein 4. Bearbeitungszentrum mit manueller Be- und Entladung und mehrere konventionelle Spitzendrehbänke versorgt.

Die Bearbeitungszentren werden einzeln programmiert (keine DNC-Steuerung). Der Bediener der 3 Bearbeitungszentren übernimmt auch die Qualitätskontrolle der fertigen Teile mittels einer automatischen Kontrolleinrichtung, die nicht in das FFS integriert ist.

### Yamazaki (Niwa Gun)

Das System besteht aus 18 Bearbeitungszentren, der Transport erfolgt mittels Paletten und Hubwagen. Es produziert verschiedenen geformte Teile für Werkzeugmaschinen. Zur Steuerung des Gesamtsystems dient ein Zentralrechner vom Typ PDP 11/23. Die Werkzeugmaschinen werden im DNC-Betrieb gesteuert. Die automatische Zufuhr von Werkzeugen von einem zentralen Werkzeuglager zu den Werkzeugmagazinen der einzelnen Maschinen soll im Juni 1982 realisiert sein.

Ein charakteristisches Merkmal des FFS von Yamazaki ist die Anordnung von zwei parallelen Bearbeitungslinien für großdimensionierte Teile mit langen Bearbeitungszeiten (Sockel, Ständer usw.) einerseits, für leichtere Teile (Werkzeugspindeln u.ä.) andererseits. Am Anfangspunkt jeder Linie befindet sich ein - manueller - Spannplatz. Parallel zu jeder Produktionslinie ist ein automatisiertes Palettenlager angeordnet, in dem die Produktion für mannlosen Betrieb gespeichert werden kann. Zwischen Lager und Bearbeitungszentren läuft ein schienengeführter Transportwagen, der die beladenen Paletten über einen Kipptisch aufnimmt und zu der jeweiligen Bearbeitungsmaschine bringt.

Jedes Bearbeitungszentrum ist mit mindestens zwei Magazinen ausgerüstet, in denen alle Werkzeuge enthalten sind, die für die Bearbeitung aller in der jeweiligen Linie vorkommenden Teile benötigt werden. Die Umschaltung von einem Magazin auf das andere erfolgt ebenso automatisch wie die Werkzeugkontrolle und der automatische Wechsel bei Werkzeugbruch.

Dem Zentralrechner sind 7 Hilfsrechner zugeordnet, mit deren Hilfe die beiden Bearbeitungslinien, ihre Zugänge und Abgänge, die beiden Palettenlager und eine Einrichtung zur Werkzeug-Voreinstellung gesteuert werden. Das Steuerungssystem übernimmt ferner die Bedienerführung am Spannplatz.





Olivier Bertrand<sup>+</sup>

Das flexible Fertigungssystem im Werk Bouthéon von Renault  
Véhicules Industriels (R.V.I.)

Gliederung:

- I. Allgemeines
- II. Personalbesetzung und Qualifikation
- III. Vergleich mit dem in Planung begriffenen  
 System von Citroën, Werk Meudon

I. Allgemeines

Das Werk Bouthéon ist eine der Fertigungsstätten von R.V.I., einer Tochtergesellschaft von Renault, in dem die NKW-Produktion der Gruppe konzentriert ist. Das Werk liegt 17 km von St. Etienne entfernt, wurde 1970 von dem damals noch selbständigen Unternehmen Berliet gebaut und produziert Getriebe für Schwerlastwagen (Normalausstoß: 100 Getriebe/Tag).

Das neue flexible Fertigungssystem wurde speziell zur Gehäusebearbeitung eines Getriebetyps konstruiert und gebaut, der bisher von ausländischen Herstellern (ZF und Fuller) bezogene Getriebe ersetzen soll. Das Gehäuse besteht aus drei Teilen, von denen eines in zwei Varianten (Eisenguß und Aluminium) produziert wird.

Das System arbeitet seit Beginn des Jahres 1982 und wurde offiziell im Mai d. J. eingeweiht.

---

<sup>+</sup>) Centre d'études et de recherches sur les qualifications (CEREQ), Paris.

## 1. Gründe für den Bau eines flexiblen Fertigungssystems

Für die geplante Fertigung kamen nach Art und Volumen (in der ersten Ausbaustufe: eine Tagesproduktion von 70 Gehäusen) beim bisherigen Entwicklungsstand zwei technische Lösungen in Frage, die beide bestimmte Vor- und Nachteile hatten:

- o eine Transferstraße mit hoher Produktivität, aber großer Starrheit;
- o eine konventionelle Einzelmaschinenfertigung mit hoher Flexibilität, aber geringer Produktivität.

Mit Hilfe des FFS sollten die Vorteile beider Lösungen kombiniert werden, um ein Maximum an Flexibilität in vierfacher Hinsicht zu erreichen:

- o im Hinblick auf den Mengenausstoß, um ein schrittweises Hochfahren der Fertigung (bis zu 100 Getrieben/Tag im Jahr 1983) und schnellere Reaktionen auf Konjunkturschwankungen zu ermöglichen;
- o im Hinblick auf Produktspezifikationen, um die Vornahme technischer Veränderungen am Produkt und problemlose Reaktionen auf Kundenwünsche zu erleichtern;
- o im Hinblick auf Lagerhaltung im Sinne einer Beschleunigung des Durchlaufs durch Wegfall der Umstellungszeiten beim Übergang von einem Teil auf das andere;
- o im Hinblick auf die Folgen von Maschinenstörungen (durch teilweise Ersetzbarkeit der eingesetzten Werkzeugmaschinen).

## 2. Die Auslegung des Systems

### (a) Das System besteht aus 7 Werkzeugmaschinen:

- o 4 CNC-gesteuerten Bearbeitungszentren vom Typ Grafenstaden;
- o 1 CNC-gesteuerten Bohrwerk der Société Mécanique de Castres;
- o 2 Mehrzweck-Bearbeitungszentren mit austauschbaren Mehrspindel-Werkzeugträgern, die je nach den vorzunehmenden Bearbeitungsgängen automatisch abgerufen und ausgewechselt werden.

(b) Das Transportsystem besteht aus induktionsschleifengesteuerten Palettenwagen, die zwischen dem Spannplatz und den verschiedenen Werkzeugmaschinen verkehren. Jedes Stück kehrt nach Ablauf einer ersten Serie von Bearbeitungsgängen erneut an den Spannplatz zurück, wo es für die folgenden Bearbeitungsgänge umgespannt wird. Der Werkstückfluß ist verhältnismäßig kompliziert; das Transportsystem ermöglicht Wegekreuzungen und (für den Fall von Maschinenstörungen) auch alternative Wegeführungen.

### (c) Das Steuerungssystem ist hierarchisch aufgebaut:

- o Ein zentraler Systemrechner gibt die Bearbeitungsabläufe vor, weist die Werkstücke den Bearbeitungsmaschinen zu, überwacht den Fertigungsablauf, bildet den Betriebszustand jederzeit ab und ruft den Transport ab; der Systemrechner reagiert auf systeminterne Ereignisse (Maschinenstillstände, Störungen), auf systemexterne Ereignisse (veränderte Ziele der Fertigungssteuerung) und auf Anweisungen der Arbeitsvorbereitung (Veränderungen des Produkts); er übernimmt die Betriebsdatenerfassung und -auswertung und die Verwaltung des Werkzeugmagazins.

Der Systemrechner ist im Dialog verbunden mit:

- o programmierbaren Steuerungseinrichtungen am Spannplatz und an den einzelnen Werkzeugmaschinen;

o der Steuerung des Transportsystems, die ihrerseits aus einer Zentraleinheit und dezentralisierten Steuerungseinheiten besteht, die über Kontaktstellen mit den Transportwagen in Verbindung stehen.

Am Spannplatz ruft eine Steuerungseinrichtung die den aufzuspannenden Werkstücken entsprechenden Paletten auf. Bei jeder einzelnen Werkzeugmaschine besorgt eine Steuerungseinheit die Identifizierung der Paletten und die Auswahl der entsprechenden Bearbeitungsprogramme und eine andere die Werkzeugverwaltung.

## II. Personalbesetzung und Qualifikation

Das Werk Bouthéon beschäftigt gegenwärtig 570 Belegschaftsmitglieder, von denen 11 leitende Angestellte, 120 technische und kaufmännische Angestellte, 150 Gemeinkostenlöhner (insbesondere Qualitätskontrolle, Instandhaltung und Fertigungssteuerung) und der Rest Fertigungslöhner sind. Im ganzen Werk sind gegenwärtig 56 % der Fertigungslöhner Facharbeiter, gegenüber früher weniger als 10 %.<sup>1)</sup>

Seit 1980 wurden 100 Arbeitsplätze neu geschaffen. Der Beschäftigtenstand soll 1985 auf 700 steigen.

### 1. Personalstruktur im flexiblen Fertigungssystem

Das flexible Fertigungssystem arbeitet im 3 x 8-Stunden-Schichtbetrieb mit drei Schichtbesetzungen gleicher Zusammensetzung. Aufgrund der fertigungstechnischen Gegebenheiten, die sich vor

---

1) Anmerkung des Übersetzers: Zu beachten ist allerdings, daß in Frankreich auch Arbeitskräfte als Facharbeiter eingestuft sind, die lediglich eine längere Berufserfahrung besitzen oder eine etwa halbjährige einschlägige Umschulung durchlaufen haben.

allem durch kurze Bearbeitungszeiten und schnellen Umlauf der Werkstücke charakterisieren, hätte mannloser Nachtschichtbetrieb sehr komplexe technische Lösungen erfordert und wurde infolgedessen nicht ins Auge gefaßt.

Insgesamt sind im System 15 Arbeitskräfte in drei 5er-Mannschaften beschäftigt. Jede der drei Schichtbesetzungen setzt sich wie folgt zusammen:

(a) 2 Arbeitskräfte für Instandhaltungsaufgaben, die der Werksinstandhaltung zugeordnet sind (diese umfaßt insgesamt 60 Personen, insbesondere Schlosser, Blechschlosser, Elektroniker, Werkzeugmacher und Abschmierer). Einer der beiden Instandhalter ist Elektro/Elektronik-Techniker, der andere Betriebschlosser.

Von den 3 Elektronik-Technikern haben zwei die technische Oberschule einschlägiger Fachrichtung abgeschlossen und bereits vor Inbetriebnahme des flexiblen Fertigungssystems im Werk gearbeitet. Der dritte Techniker hat eine etwa dem deutschen Fachhochschulstudium entsprechende Ausbildung abgeschlossen und wurde für seine jetzige Stelle neu eingestellt.

Die 3 Instandhaltungsschlosser sind hochqualifizierte Facharbeiter, die von der Werksinstandhaltung für das flexible Fertigungssystem abgestellt werden. Im Gegensatz zu den Elektronik-Technikern können sie im Laufe der Zeit immer wieder gegen gleichwertige Arbeitskräfte ausgetauscht und auch während ihres Einsatzes im FFS zwischenzeitlich zu Arbeiten in anderen Werkstätten herangezogen werden, wie sie andererseits auch die Möglichkeit haben, zusätzliche Instandhaltungskräfte anzufordern.

(b) 1 Werkstattechniker und 2 Facharbeiter mittleren Qualifikationsniveaus in der Fertigung.

Die Werkstattechniker haben jeweils eine Ausbildung durchlaufen, die man als technische Mittelschule bezeichnen könnte. Über das Ausbildungsniveau der Facharbeiter ist nichts bekannt.

Die Fertigungsbelegschaft des flexiblen Fertigungssystems untersteht einem Werkmeister, der auch für die mechanische Bearbeitung der anderen Getriebegehäuse mit konventionellen Verfahren verantwortlich ist.

Die Aufgaben der Werkstattechniker sind insbesondere:

- o Anlagenführung;
- o Eingriffe in das Transportsystem bei unvorhergesehenen Maschinenstillständen;
- o Qualitätsprobleme;
- o zusammen mit den Arbeitern: Werkzeugvoreinstellung und Werkzeugwechsel an den Maschinen.

Die Aufgaben der Arbeiter sind:

- o Aufspannen, Umspannen und Abspannen der Werkstücke auf die bzw. von den Paletten;
- o Qualitätskontrolle nach dem ersten Systemdurchlauf (Oberflächengüte und Maßhaltigkeit);
- o Mitarbeit an der Werkzeugvoreinstellung und beim Werkzeugwechsel.

Gegenwärtig ist der projektverantwortliche Diplomingenieur noch ständig im System anwesend. Er wird dieses nach Ende der Anlaufphase verlassen. Das Werk beabsichtigt jedoch, zur Unterstützung des Instandhaltungspersonals im FFS, aber auch in anderen Werkteilen, einen Diplomingenieur der Fachrichtung Elektronik neu einzustellen.

## 2. Betriebspolitische Optionen und ihre Konsequenzen für Beschäftigung und Qualifikation

---

Um die Auswirkungen des flexiblen Fertigungssystems auf Beschäftigung und Qualifikation zu ermitteln, liegt ein Vergleich des jetzt realisierten Zustandes mit einer konventionellen Transferstraße mit einem Bearbeitungszentrum als letzter Station nahe. Eine solche Straße würde je Schicht einen Einsteller und 4 Bedienungskräfte erfordern.

Allerdings würde diese Alternative nur sehr bedingt den Bedürfnissen des Werkes Bouthéon entsprechen, da bei der Fertigung verschiedener Teile auf der gleichen Straße mit jedem Teilewechsel ein mehrtägiger Stillstand wegen Umbau verbunden wäre. Demzufolge ist anzunehmen, daß die realistische Alternative im Bau von vier parallelen Transferstraßen für je eines der im FFS gefertigten Teile bestanden hätte. Für jede dieser Straßen wären je 2 Bedienungskräfte je Schicht zu veranschlagen.

Vergleicht man diese Lösung mit dem jetzt erreichten Zustand im flexiblen Fertigungssystem, so zeigt sich, daß

- o die traditionellere Lösung (Transferstraßen) etwas mehr Fertigungslöhner erfordert hätte;
- o die Instandhaltungsbelegschaft in beiden Fällen etwa gleich ist, jedoch das flexible Fertigungssystem mehr Elektroniker erfordert;
- o die Fertigungssteuerung im flexiblen Fertigungssystem eher weniger Personal benötigt, wenn das System einmal läuft (da diese Aufgabe weitgehend vom Systemrechner übernommen wird);

- o in der Arbeitsvorbereitung hingegen bei flexiblen Fertigungssystemen größerer Personalbedarf auftritt als bei Transferstraßen; gegenwärtig sind in Bouthéon 2 Techniker in der Arbeitsvorbereitung fast ausschließlich für das flexible Fertigungssystem tätig; auch im Normallauf werden die entsprechenden Anforderungen hoch bleiben, da mit häufigen Umstellungen zu rechnen ist.

### 3. Die betriebliche Personal- und Ausbildungspolitik

Entsprechend der traditionellen Politik des Unternehmens entschied sich das Werk beim Aufbau des flexiblen Fertigungssystems für vielseitige Einsetzbarkeit der Arbeitskräfte:

- o auf der Ebene der beiden Systembediener je Schicht, die alle in ihre Verantwortung fallenden Aufgaben beherrschen müssen;
- o zumindest in gewissem Umfang auch überschneidend zwischen Systembedienern und Werkstatttechnikern, da letztere teilweise gleichartige Aufgaben, wenngleich auf höherem Anforderungsniveau, zu bearbeiten haben wie erstere (Einstellung und Werkzeugwechsel).

Diese Entscheidung, die im Gegensatz zu tayloristischen Prinzipien steht, wird begründet durch:

- o den Wunsch, die Arbeitsmonotonie zu überwinden;
- o die Absicht, den Gruppenzusammenhalt zu stärken und zu vermeiden, daß zu deutliche Über- und Unterordnungsvorstellungen Platz greifen;
- o endlich durch das Ziel möglichst hoher Austauschbarkeit zwischen den Mitgliedern einer Schichtbesetzung, was um so notwendiger ist, je kleiner diese ist.



Die Auswahl der Arbeitskräfte für das flexible Fertigungssystem erfolgte anhand verschiedener Kriterien, insbesondere auch anhand der Möglichkeit und Bereitschaft, in drei Schichten zu arbeiten (der Rest des Werks arbeitet nur zweischichtig, mit Ausnahme der Härterei, die Kontibetrieb fährt).

Andere Kriterien waren: ein hohes Ausbildungsniveau; Interessiertheit am flexiblen Fertigungssystem (wobei allerdings zu bemerken ist, daß die Beschäftigten nicht genau wußten, um was es sich hierbei handelte); endlich das persönliche Engagement und die persönliche Motivation, zu gutem und kontinuierlichem Funktionieren des Systems beizutragen.

Besonderer Wert wird auf eine gute Integration des flexiblen Fertigungssystems in das Werk gelegt, um Abkapselungserscheinungen zu vermeiden, weshalb auch die Arbeitskräfte für das System fast ausschließlich im Werk rekrutiert wurden.

Auf diesem Hintergrund ist auch das aufwendige Ausbildungsprogramm zu sehen, das sich an die gesamte FFS-Besatzung richtet und vor allem NC-Steuerung, programmierbare Steuerungen und technische Datenverarbeitung umfaßt. Insgesamt wurden 10.000 Kursstunden Unterricht erteilt, das sind 650 Stunden je Arbeitskraft, verteilt auf zwei Jahre; bei den Instandhaltungstechnikern waren es jeweils 1.200 Stunden. Die Kurse wurden von Fachleuten des Ausbildungszentrums des Unternehmens durchgeführt.

Darüber hinaus sind die 15 Mitglieder der FFS-Belegschaft seit Lieferung der Maschinen zur Einarbeitung abgestellt, was einer Einarbeitungszeit von rund 6 Monaten entspricht. Hinzu kamen Einweisungen bei den Herstellern der technischen Einrichtungen.

Die Werksleitung ist der Meinung, daß Fertigungsautomatisierung nicht mit Dequalifizierung der Beschäftigten verbunden

ist. In ihren Äußerungen hebt sie hervor, daß die Qualifikation nicht von der Maschine abhängt, sondern von den Fähigkeiten der eingesetzten Personen. Die Qualifikation eines Arbeitsplatzes existiere nicht. An der gleichen Maschine könne man sowohl einen Angelernten als auch einen Werkstatttechniker einsetzen. Ausschlaggebend sei vor allem die Fähigkeit, mit unvorhergesehenen Ereignissen fertig zu werden.

Ziel der Werksleitung war es, aus dem flexiblen Fertigungssystem auch einen Modellfall im Hinblick auf Arbeitsschutz und Arbeitsbedingungen zu machen. Zu den Planungen für das System wurden infolgedessen - neben den zuständigen Arbeitsvorgesetzten und den Fachleuten der beteiligten Firmen - auch die Arbeitskräfte herangezogen, die jetzt mit der Bedienung des Systems betraut sind; die farbliche und sonstige Ausgestaltung wurden von der Bedienmannschaft selbst ausgewählt.

Das Anlaufen des flexiblen Fertigungssystems war mit einer Informationskampagne verbunden, die sich an die gesamte Werksbelegschaft richtete und diese aufforderte, die neuen Anlagen selbst zu besichtigen. Nach Meinung der Werksleitung wurde die Innovation von der Belegschaft gut aufgenommen, da die Bedienmannschaft aus der Werksbelegschaft kommt und da auch im Rest des Werks große Innovationen vorgenommen wurden.

Parallel mit dem Anlaufen des flexiblen Fertigungssystems war das Werk bestrebt, die Mitbestimmung und Mitsprache der Beschäftigten auszubauen. In zu diesem Zweck gebildeten Arbeitsgruppen wurden zahlreiche Verbesserungsvorschläge im Hinblick auf Fertigungsqualität und Arbeitsbedingungen formuliert.

### III. Vergleich mit dem in Planung begriffenen System von Citroën, Werk Meudon

---

Neben dem flexiblen Fertigungssystem in Bouthéon sind gegenwärtig in Frankreich zwei weitere Systeme im Aufbau begriffen,

davon eines bei Citroën für die Prototypenfertigung im Werk Meudon. Um zu prüfen, inwieweit die in Bouthéon realisierten Lösungen unternehmensspezifisch sind oder aber generellen Orientierungen der französischen Industrie entsprechen, scheint ein Vergleich des in Bouthéon beobachtbaren Zustandes mit den Informationen sinnvoll, die gegenwärtig über die Planungen bei Citroën verfügbar sind (vgl. insbes. Girard, Poncet 1982, S. 103 ff.).

### 1. Beabsichtigter Einsatz und technische Merkmale

Im Rahmen einer systematischen Innovationsstrategie des Peugeot-Konzerns wird seit 1981 im Werk Meudon von Citroën mit staatlicher Unterstützung ein flexibles Fertigungssystem aufgebaut, das zur Fertigung eines sehr breiten Spektrums prismatischer Teile in kleinen bis mittleren Serien (10 - 100 Stück) bestimmt ist, wobei das Werkstückspektrum prinzipiell nur durch maximale Abmessungen (500 x 500 x 500 mm) begrenzt ist.

Mit dem Projekt verbindet die Unternehmensgruppe einerseits die Absicht, durch einen technischen Innovationssprung in der eigenen Fertigung die Kosten zu senken, die Fertigungszeiten zu verkürzen und die Qualität zu heben; andererseits sollen Erfahrungen gesammelt werden, die dann auch für Klein- und Mittelbetriebe (insbesondere Zulieferer des Fahrzeugbaus) nutzbar gemacht werden können.

Das System, das im Juni 1983 die Fertigung aufnehmen soll, besteht im wesentlichen aus:

- o drei fünfachsigem CNC-gesteuerten Bearbeitungszentren mit großdimensionierten Werkzeugmagazinen (100 Werkzeuge) und automatischem Werkzeugwechsel;
- o einer roboterbeschickten Waschstation;
- o einer rechnergesteuerten Meßstation für dreidimensionale Messung der Werkstücke;

- o einem zentralen automatisierten Werkzeuglager (600 Werkzeuge von bis zu 25 Kilo Gewicht);
- o einer automatischen Werkzeugmeßstation, die von allen Werkzeugen vor der Zuführung zu den Werkzeugmagazinen durchlaufen wird;
- o einem automatisierten Transportsystem mit induktionsschleifen-gesteuerten Palettentransportwagen.

Zur Steuerung des Fertigungssystems wurde eine hierarchisierte Rechnerkonfiguration entwickelt, deren oberste Stufe in einem System für rechnerunterstütztes Konstruieren und Fertigen besteht, dessen zweite Stufe der zentrale Systemrechner des flexiblen Fertigungssystems ist und dessen dritte Stufe von den CNC-Steuerungen der Bearbeitungszentren bzw. den Steuerungen der anderen Systembestandteile dargestellt wird.

## 2. Arbeitsorganisation und Personalstruktur

Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand ist geplant, das System im Drei-Schicht-Betrieb zu fahren, wobei jedoch die dritte (Nacht-)schicht weitgehend den Charakter einer Geisterschicht tragen soll.

Aufgegliedert nach Schichtbesetzung ergibt dies folgende geplante Bedienmannschaft:

| Tätigkeit               | Tagschicht 1 | Tagschicht 2 | Nachtschicht | Insgesamt |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Werkzeugvor-einstellung | 1            | 1            | -            | 2         |
| Palettieren             | 4            | 3            | -            | 7         |
| Systemüber-wachung      | 1            | 1            | 1            | 3         |
| Kontrolle               | 1            | 1            | -            | 2         |
| Instandhaltung          | 2            | 2            | -            | 4         |
| Insgesamt               | 9            | 8            | 1            | 18        |

Ferner sind dem System neben einem Arbeitsvorgesetzten 14 technische Angestellte fest zugeordnet, die ganz überwiegend mit Programmieraufgaben beschäftigt sein werden, wobei der sich hierin ausdrückende hohe Programmierbedarf mit dem vorgesehenen Einsatz des Systems bei der Prototypenfertigung mit entsprechend häufigem Auftreten neuer Teile erklärt wird. Unter üblichen Bedingungen mechanischer Teilefertigung in kleineren und mittleren Serien würde das System nur etwa die Hälfte der Programmierer benötigen.

### 3. Vergleich mit dem System von R.V.I. in Bouthéon

Abgesehen von dem sehr groß dimensionierten Werkstücklager Meudon und der Tatsache, daß das System in Bouthéon kaum Zwischenlagerkapazitäten für zu bearbeitende Teile besitzt, ist die technische Auslegung der beiden französischen Systeme sehr ähnlich:

In beiden Fällen erfolgt der Transport über induktionsschleifen-gesteuerte Palettentransportwagen, die automatisch die verschiedenen Bearbeitungsstationen bzw. den Spannplatz (zum Umspannen zwischen verschiedenen Bearbeitungsgängen bzw. zum Entladen nach abgeschlossener Bearbeitung) anfahren.

Kernstück des Systems sind in beiden Fällen verhältnismäßig wenige, vielseitig einsetzbare Bearbeitungszentren, wenngleich die Werkzeugmaschinen in Bouthéon etwas zahlreicher und zumindest teilweise auch etwas spezialisierter sind.

Umso bemerkenswerter sind die Unterschiede, die sich im Hinblick auf den realisierten bzw. geplanten Einsatz einerseits, auf Arbeitsorganisation und Qualifikationsstruktur andererseits beobachten lassen:

Gemäß einer häufig gebrauchten Formulierung handelt es sich im Falle Bouthéon ganz eindeutig um die Flexibilisierung von Massenfertigung: Eine begrenzte Zahl von Teilen wird für voraussichtlich lange Zeit in großen Serien produziert; die Alternative zum flexiblen Fertigungssystem wäre nicht geringer automatisierte

Fertigung auf Einzelmaschinen, sondern vielmehr eine notwendigerweise starrere, aber gleichfalls weitgehend automatisierte Fertigung auf spezialisierten Transferstraßen.

Das geplante flexible Fertigungssystem von Citroën bedeutet hingegen ganz eindeutig Automatisierung von Kleinserienfertigung: Hier bestünde die Alternative nicht, wie in Bouthéon, in Transferstraßen, sondern vielmehr in einer konventionellen Werkstattfertigung mit Einzelmaschinen.

Fertigungspolitisch entsprechen also die beiden hier betrachteten französischen flexiblen Fertigungssysteme genau den beiden Fällen, die in der deutschen Untersuchung von ISI, IAB und IWF am genauesten erfaßt und hier im Beitrag von W. Dostal dargestellt sind.

Im Hinblick auf Arbeitsorganisation und Qualifikationsstruktur verhalten sich jedoch die beiden französischen Systeme genau umgekehrt wie die beiden deutschen Systeme:

In Bouthéon, d.h. bei flexibilisierter Massenfertigung, war das Werk zumindest im Planungs- und Anlaufstadium bemüht, ein möglichst hohes und einheitliches Qualifikationsniveau in der Bedienmannschaft durchzusetzen, wenngleich manches vermuten läßt, daß die angestrebte schrittweise Aufgabenannäherung und Austauschbarkeit zwischen Anlagenführer und Systembediener wegen der unterschiedlichen formalen Ausgangsqualifikation der betreffenden Arbeiter nicht zustande kommt.

Im Falle Citroën hingegen ist die geplante Arbeitsorganisation durch starke Arbeitsteilung charakterisiert: Im wesentlichen das gleiche Aufgabenbündel, das in Bouthéon lediglich auf zwei Funktionen, nämlich Anlagenführer und Systembediener, aufgeteilt ist, soll in Meudon auf vier verschiedene Funktionen aufgegliedert werden, von denen drei - nämlich Werkzeugvoreinstellung, Anlagenüberwachung und Kontrolle - offensichtlich sehr viel anspruchsvoller sind, als die Palettierfunktion, die freilich am stärksten besetzt ist.

Hervorzuheben ist ferner, daß gemäß den von den jeweiligen Unternehmen angestellten Modellrechnungen der Freisetzungseffekt in Bouthéon - wegen des hohen Automatisierungsgrades der als Alternative allein in Frage kommenden Lösung spezialisierter Transferstraßen - wesentlich geringer ist als bei Citroën, wo angeblich bei konventioneller Werkstattfertigung für gleichen Ausstoß mehr als die doppelte Zahl von Arbeitskräften benötigt würde, von denen allerdings ein weitaus größerer Teil als beim flexiblen Fertigungssystem lediglich mehr oder weniger qualifizierte Maschinenbedienungs- bzw. ungelernte Hilfstätigkeiten zu verrichten hätte.

Festzuhalten ist ferner, daß die unterschiedliche Fahrweise der beiden Systeme - voller Drei-Schicht-Betrieb in Bouthéon, Zwei-Schicht-Betrieb mit weitgehend mannloser Nachtschicht in Meudon, wohl nur zum kleineren Teil durch technische Gründe (etwas kleinere Abmessungen der in Meudon zu bearbeitenden Teile) und unterschiedlicher "fertigungspolitischer" Einsatz erklärt werden kann, sondern sicherlich auch damit zusammenhängt, daß Bouthéon in einer eher ländlichen Umgebung, das Citroën-Werk hingegen im Großraum Paris liegt, wo offenkundig mit wesentlich größeren Schwierigkeiten der Rekrutierung von qualifizierten Arbeitskräften für Nachtarbeit gerechnet werden muß.





Donald Gerwin<sup>+</sup>

## Arbeitnehmerreaktionen auf flexible Fertigungssysteme und Folgerungen für die Arbeitsorganisation

### Gliederung:

- I. Untersuchungsfragen
- II. Untersuchungsmethode
- III. Unzufriedenheit der Arbeiter
- IV. Überforderung der Schichtführer
- V. Ein alternatives Organisationsmodell

### I. Untersuchungsfragen

Flexible Fertigungssysteme (FFS) können durch eine Revolutionierung der Einzel- und Kleinserienfertigung einen erheblichen Beitrag zur gesamtwirtschaftlichen Produktivitätssteigerung leisten. Gleichwohl hat in den USA die Diffusionsrate dieser neuen Technologie bisher enttäuschend niedrig gelegen (Controller General's Report 1976). Einige Anwender berichten, daß die Effizienz niedriger als erwartet ist (Gerwin 1981; Shaiken 1980). Eine mögliche Erklärung der - gemessen an den Ansprüchen - unerwartet niedrigen Leistungsfähigkeit liegt in Organisations- und Arbeitskräfteproblemen, auf die die Forschung seit kurzer Zeit ihre Aufmerksamkeit richtet. Dieser Beitrag berichtet über eine Studie über das zweite in den USA installierte FFS. Dabei geht es hier vor allem um jene Teile der Studie, die sich mit den Reaktionen der Arbeiter und Schichtführer auf ihre Arbeitsplätze im FFS und den daraus sich ergebenden Schlußfolgerungen für die Arbeitsorganisation beschäftigt. Über andere Aspekte der Untersuchungen wird bei Gerwin (1981, 1982) berichtet.

---

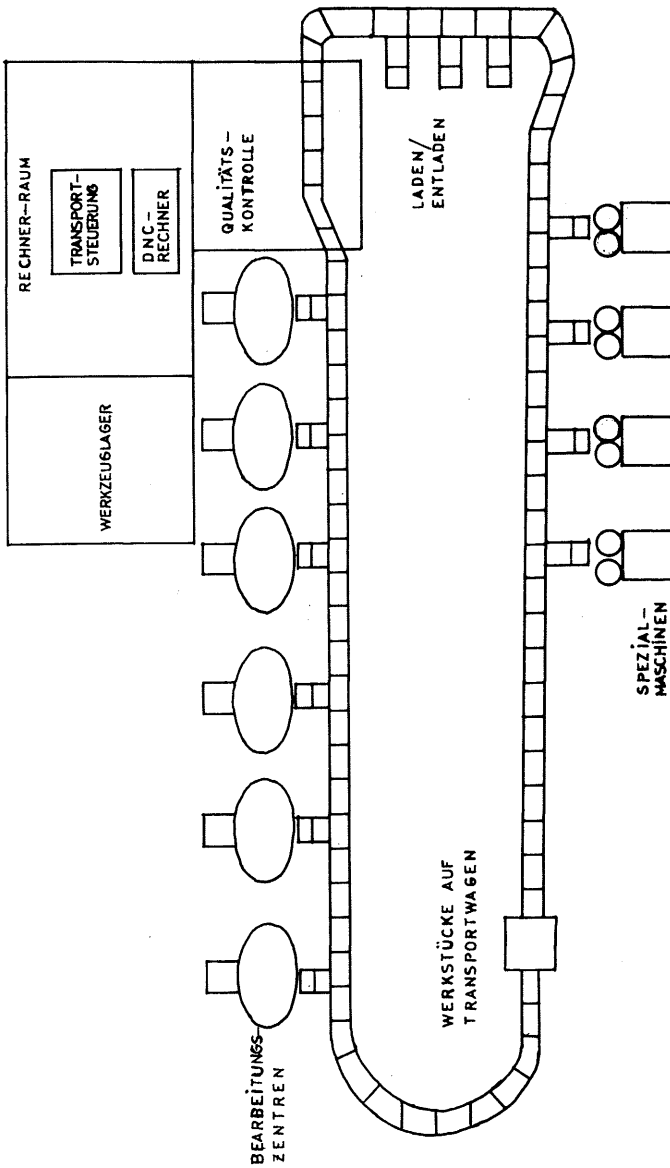
<sup>+</sup>) School of Business Administration, University of Wisconsin-Milwaukee

Das diversifizierte Industrieunternehmen hatte 1980 einen Umsatz von über 2 Milliarden Dollar und einen Nettogewinn von 48 Millionen Dollar. In der Traktorenfertigung, einem Unternehmensbereich, werden die wichtigsten Gehäuse auf dem FFS produziert. Das System wurde 1972 mit einem Kostenaufwand von ca. 5 Millionen Dollar gekauft.

Auf dem FFS werden sechs verschiedene Gehäuse für eine neue Produktlinie in der Traktorenfertigung hergestellt. Wie im Schaubild gezeigt, besteht die Anlage aus zwei Computern, sechs Bearbeitungszentren (Fräs- und andere Operationen), vier Spezialmaschinen mit automatischem Werkzeugwechsel zum Bohren und Gewindeschneiden und drei Palettierstationen. Die Elemente des Systems sind auf einer Fläche von ca. 9.300 m<sup>2</sup> aufgestellt und miteinander durch zwölf Schleppketten, die vierrädrige Wagen ziehen, verbunden.

Ein palettiertes Gußstück von der Größenordnung eines cbm und mit einem Gewicht von ca. 1 to wird manuell mit Hilfe von Kränen und Gabelstaplern auf einen Wagen geladen. Unter der Kontrolle eines FFS-Computers wird der Wagen zu einer Bearbeitungsstation transportiert, wo die Palette über einen Pendelschlitten zur Maschine transferiert wird. Über einen DNC-Computer wird das NC-Programm auf die Maschine übertragen und das jeweilige Teil bearbeitet. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs wird die Palette wieder auf den Wagen zurücktransferiert und entweder zur nächsten Bearbeitungsstation geführt oder auf die Eingangsposition zum Entladen des fertigen Teils zurückgeleitet.

Dieser Prozeß läuft gleichzeitig für mehrere im System umlaufende Werkstücke ab, die nach dem Zufallsprinzip auf die Bearbeitungsstationen verteilt werden. Die Arbeitsgruppe besteht aus einem Schichtführer, drei Maschinenbedienern (vor allem Überwachung der Maschinen), vier Palettierern, einem Instandhalter und einem Einrichter. Die Anlage wird normalerweise fünf Tage pro Woche im Zwei-Schicht-Betrieb gefahren; gelegentlich wird in der dritten Schicht eine Rumpfmannschaft eingesetzt, um für die Bearbeitung dringend benötigter Gußteile zu sorgen.



**SCHAUBILD: LAYOUT EINES FFS**  
 (QUELLE: KEARNEY UND TRECKER CORP.)

## II. Untersuchungsmethode

Im Frühjahr 1980 wurde eine Intensivstudie mit einem 177 Punkte umfassenden Fragebogen über die Reaktionen von Schichtführern und Arbeitern auf das FFS durchgeführt. Dabei ging es um verschiedene Zusammenhänge, von denen auf der Basis von Literatúrauswertungen und explorativen Interviews im Unternehmen angenommen wurde, daß sie von besonderer Bedeutung für die Arbeitnehmer sind. Es ging um Tätigkeitsmerkmale, Bedürfnisse und Ansprüche, Arbeitszufriedenheit, Arbeitsregeln, Bezahlung, Arbeitsbedingungen, Arbeitsinhalte, Streß, Zukunftserwartungen und Arbeitssicherheit. Für die Ausarbeitung des Fragebogens wurden Texte von Hackman und Oldham 1980, Quinn und Shepard 1974, Quinn und Staines 1979 und Blumberg 1980 genutzt.

18 der 20 im fünftägigen Zwei-Schicht-Betrieb eingesetzten Arbeitskräfte erklärten sich dazu bereit, an der Studie teilzunehmen. Sie wurden innerhalb eines Zeitraums von zwei Tagen zu zweit oder zu dritt von der Arbeit freigestellt. Die Betroffenen füllten die Fragebögen ungestört in einem ruhigen Büro aus. Um Rückfragen zu beantworten, waren die Forscher anwesend. Die Befragten akzeptierten die Auflage, den Fragebogen nicht vor der Beantwortung aller Punkte mit ihren Kollegen zu diskutieren. Die Befragtengruppe setzte sich aus zwei Schichtführern, zwei Instandhaltern, zwei Einrichtern, sechs Maschinenbedienern (in erster Linie Überwachung des Maschinenlaufs) und sechs Palettierern (Eingabe und Entnahme der Werkstücke) zusammen. Das Alter der Befragten liegt - bei einem Durchschnitt von 33 - zwischen 20 und 48 Jahren. Alle befragten Arbeitnehmer hatten mindestens den Abschluß der High School, vier besuchten entweder neben der Arbeit das College oder hatten dort mehrere Jahre Kurse belegt. Die durchschnittliche Dauer der Betriebszugehörigkeit lag bei 6,7 Jahren, die Befragten arbeiteten im Durchschnitt seit 4,3 Jahren auf ihrem jeweiligen Arbeitsplatz. Im Durchschnitt wurden eineinviertel Stunden zur Beantwortung des Fragebogens benötigt. Alle in die Befragung einbezogenen Arbeiter gehörten zur Automobilarbeitergewerkschaft (United Auto Workers, UAW).

### III. Unzufriedenheit der Arbeiter

In einem ersten Schritt sollen die Ergebnisse für unmittelbar am FFS tätige Arbeitskräfte (Instandhaltung und Reparatur, Einrichtung, Maschinenbedienung, Laden und Entladen) diskutiert werden, im Anschluß daran folgen die Resultate der Schichtführerbefragung.

In Tabelle 1 geht es um die Beurteilung von Tätigkeitsmerkmalen, d.h. die Art und Weise, in der FFS-Arbeiter selber wichtige Aspekte ihrer Arbeit sehen. Die Untersuchungsergebnisse werden mit denen einer Kontrollgruppe von 16 Arbeitern aus dem Maschinenbau verglichen, die Oldham, Hackman und Stepima (1978) entnommen wurden.

Die meisten Befragten aus dem FFS glauben nicht, daß sie ein hohes Maß an Kontrolle über ihre Arbeit haben. Dabei gibt es bei der Frage nach Autonomie und Selbständigkeit, also nach Dispositionsspielräumen bei der Gestaltung des Arbeitsablaufs, das hervorstechendste Ergebnis. Bei allen vier Tätigkeiten der FFS-Arbeit liegen die Werte unter denen der Kontrollgruppe. Bei der Frage nach der Eigenverantwortung (Ausmaß, in dem der Arbeiter sich persönlich für die Arbeitsergebnisse verantwortlich fühlt) und nach der Breite der Arbeitsaufgaben (Ausmaß, in dem an einem Arbeitsplatz die komplette Bearbeitung eines Werkstücks verlangt wird) gilt dies für drei der vier Tätigkeitsgruppen. Bei den verbleibenden Variablen bleiben jeweils zwei der Tätigkeitsgruppen des FFS unter den Werten der Kontrollgruppe. Die FFS-Arbeiter beurteilen ihre Tätigkeit in der Regel negativer als die Kontrollgruppe.

Instandhalter, die technisch anspruchsvolle Tätigkeiten ausführen, haben eine relativ große Kontrolle über ihre Arbeit. Sie liegen bei sieben der acht Merkmale, "Verantwortung" und "Breite der Arbeitsaufgaben" eingeschlossen, über den Werten der Kontrollgruppe. Bei den Einrichtern gilt dies für vier Merkmale. Auf der anderen Seite liegen die Maschinenbediener und Palettierer in ihren Werten für alle außer einer der Untersuchungsdimension unter denen der Kontrollgruppe. Maschinenbediener führen routinemäßige

Tabelle 1: Beurteilung von Tätigkeitsmerkmalen<sup>1)</sup>  
 ( $\bar{X}$  = Mittelwerte; S.D. = Standardabweichung)

|  |           | Vergleichs-<br>Gruppe | FIS-Arbeiter<br>insgesamt | Schichtführer | Instandhaltungs-<br>personal | Einrichter | Maschinen-<br>bediener | Palettierer |
|--|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|------------|------------------------|-------------|
| Vielfalt der<br>Qualifikations-<br>anforderungen | $\bar{X}$ | 5.08                  | 4.52                      | 5.43          | 6.33                         | 5.17       | 4.89                   | 3.06        |
|  | S.D.      | 1.21                  | 1.71                      | .47           | .00                          | 1.18       | 1.15                   | 1.95        |
| Breite der Ar-<br>beitsaufgaben                  | $\bar{X}$ | 4.92                  | 4.00                      | 2.17          | 6.50                         | 4.67       | 3.78                   | 3.78        |
|  | S.D.      | 1.30                  | 1.92                      | 1.65          | .24                          | .47        | 1.94                   | 2.01        |
| Stellenwert der<br>Arbeitsaufgaben               | $\bar{X}$ | 5.61                  | 5.59                      | 6.67          | 6.84                         | 5.67       | 5.28                   | 5.11        |
|  | S.D.      | 1.19                  | .81                       | .47           | .23                          | .94        | .86                    | .90         |
| Autonomie<br>(Dispositions-<br>spielräume)       | $\bar{X}$ | 4.93                  | 4.04                      | 4.00          | 4.33                         | 4.17       | 4.22                   | 3.72        |
|  | S.D.      | 1.34                  | .90                       | .47           | .00                          | .23        | 1.03                   | 1.20        |
| Anerkennung<br>durch Kollegen<br>und Vorgesetzte | $\bar{X}$ | 4.92                  | 4.63                      | 6.00          | 5.84                         | 5.67       | 4.01                   | 4.06        |
|  | S.D.      | 1.15                  | 1.65                      | 1.41          | 1.18                         | .47        | 1.22                   | 2.10        |
| Sinnhaftigkeit                                   | $\bar{X}$ | 5.28                  | 4.56                      | 6.38          | 6.13                         | 5.38       | 3.76                   | 3.96        |
|  | S.D.      | .89                   | 1.37                      | .18           | .18                          | .53        | 1.32                   | .87         |
| Verantwortung                                    | $\bar{X}$ | 5.43                  | 5.05                      | 5.34          | 6.33                         | 4.92       | 4.53                   | 5.09        |
|  | S.D.      | .94                   | .89                       | .47           | .00                          | .83        | .84                    | .89         |
| Transparenz der<br>Arbeitser-<br>gebnisse        | $\bar{X}$ | 5.31                  | 5.42                      | 6.00          | 5.88                         | 4.88       | 5.04                   | 5.63        |
|  | S.D.      | .99                   | .73                       | .71           | .18                          | 1.24       | .58                    | .72         |

1) Daten für die Vergleichsgruppe aus: Oldham, Hackman und Stepina (1978). Die Tätigkeits-Merkmale werden auf 7-Punkte-Skalen gemessen.

Überwachungsaufgaben aus, Palettierer leisten repetitive Handarbeit, in beiden Bereichen wird nach stark formalisierten Vorgaben gearbeitet. Dies spiegelt sich in der relativ negativen Einschätzung der Tätigkeitsmerkmale.

Auch die Ergebnisse zur Untersuchungsdimension Mitwirkungsmöglichkeiten zeigen einen Verlust an Kontrolle (Tabelle 4). Die Befragten wurden darum gebeten, auf einer Vier-Punkte-Skala jeweils den Grad des Einflusses anzuzeigen, den sie erwarten und den sie tatsächlich bei der Ausgestaltung verschiedener Aspekte ihres Arbeitsplatzes haben. Durch die Aufsummierung der Differenzen wurde die Bewertung der Mitwirkungsmöglichkeiten errechnet. Die Werte können zwischen +18 und -18 variieren. Alle vier Arbeitskräftegruppen glauben, daß sie bei arbeitsbezogenen Entscheidungen zu wenig zu sagen haben.

Die Ergebnisse der Befragung zur "Arbeitszufriedenheit" (Tabelle 2) gehen in dieselbe Richtung. Die meisten FFS-Arbeiter sind mit wichtigen Merkmalen ihrer Arbeitsplätze unzufrieden. Ein Vergleich mit einer für alle Tätigkeiten und Industrien der USA repräsentativen Kontrollgruppe von 1.515 Beschäftigten (Quinn und Staines 1979) bestätigt die relative Unzufriedenheit der FFS-Arbeiter. Mit Ausnahme des Merkmals Entlohnung liegen die Werte aller Merkmale für drei der vier FFS-Tätigkeitsgruppen unter denen der Kontrollgruppe; die Arbeit am FFS ist nicht leicht. Dasselbe Ergebnis ergibt sich in der Frage der Angemessenheit der Arbeitsmittel (Hilfeleistungen, maschinelle Ausrüstung, Information und Aufsicht). Drei der vier Tätigkeitsgruppen bewerten das Untersuchungsmerkmal "Herausforderung durch Arbeitsaufgaben" relativ niedrig, erworbene Qualifikationen können offensichtlich nicht genutzt werden. Dieselben Ergebnisse zeigen sich beim Untersuchungsmerkmal "Aufstiegchancen" (die meisten Arbeiter sehen ihren Arbeitsplatz als Sackgasse) und für das Merkmal "Beziehungen zu Kollegen".

Tabelle 2: Arbeitszufriedenheit<sup>1)</sup>

| <u>Zufriedenheit mit:</u>                     |           | Vergleichs-<br>gruppe | FFS-Arbeiter<br>insgesamt | Schichtführer | Instandhaltungs-<br>personal | Einrichter | Maschinen-<br>bediener | Palettierer |
|---|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|------------|------------------------|-------------|
| Arbeits-<br>bedingungen                       | $\bar{X}$ | 2.87                  | 2.56                      | 2.65          | 2.86                         | 2.64       | 2.74                   | 2.24        |
|   | S.D.      | .57                   | .47                       | .30           | .61                          | .10        | .36                    | .56         |
| Herausforderung<br>durch Arbeits-<br>aufgaben | $\bar{X}$ | 3.00                  | 2.57                      | 3.25          | 3.34                         | 2.67       | 2.72                   | 1.92        |
|   | S.D.      | .68                   | .66                       | .11           | .23                          | .47        | .46                    | .50         |
| Beziehung zu<br>Kollegen                      | $\bar{X}$ | 3.26                  | 2.93                      | 2.67          | 3.33                         | 3.17       | 3.05                   | 2.69        |
|   | S.D.      | .61                   | .56                       | .00           | .00                          | 1.18       | .39                    | .66         |
| Arbeitsmitteln                                | $\bar{X}$ | 3.19                  | 2.91                      | 3.37          | 3.00                         | 3.05       | 2.79                   | 2.80        |
|   | S.D.      | .57                   | .44                       | .39           | .38                          | .06        | .56                    | .41         |
| Aufstiegschancen                              | $\bar{X}$ | 2.46                  | 1.80                      | 2.84          | 2.67                         | 1.50       | 1.22                   | 1.83        |
|   | S.D.      | .86                   | .76                       | .23           | .94                          | .71        | .17                    | .69         |
| Entlohnung                                    | $\bar{X}$ | 2.89                  | 2.89                      | 3.34          | 3.34                         | 3.17       | 2.50                   | 2.89        |
|   | S.D.      | .81                   | .68                       | .47           | .47                          | .71        | .69                    | .72         |

1) Daten für die Vergleichsgruppe aus: Quinn und Staines (1979).  
Die Zufriedenheitswerte basieren auf 4-Punkte-Skalen



Tabelle 3: Arbeitsbezogener Stress<sup>1)</sup>

|   |           | Vergleichs-<br>gruppe | FFS-Arbeiter<br>insgesamt | Schichtführer | Instandhaltungs-<br>personal | Einrichter | Maschinen-<br>bediener | Palettierer |
|---|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------|------------------------------|------------|------------------------|-------------|
| Rollenkonflikte <sup>2)</sup><br>(Überforderung)              | $\bar{X}$ | 2.42                  | 2.54                      | 2.75          | 2.38                         | 2.63       | 2.21                   | 2.83        |
|   | S.D.      | .84                   | .46                       | .35           | .41                          | .18        | .53                    | .30         |
| Eindeutigkeit der<br>Arbeitsrolle (Auf-<br>gabenbestimmungen) | $\bar{X}$ | 2.91                  | 2.90                      | 2.63          | 3.13                         | 3.25       | 2.58                   | 3.17        |
|   | S.D.      | .79                   | .55                       | .18           | .62                          | .71        | .38                    | .59         |
| Nutzung hoch be-<br>werteter Quali-<br>fikationen             | $\bar{X}$ | 3.27                  | 1.33                      | 1.00          | 1.00                         | 1.00       | 2.00                   | 1.00        |
|   | S.D.      | 1.29                  | .97                       | .00           | .00                          | .00        | 1.55                   | .00         |
| Angemessenheit der<br>Arbeitsmittel                           | $\bar{X}$ | 3.38                  | 2.83                      | 2.60          | 3.70                         | 2.50       | 2.70                   | 2.87        |
|   | S.D.      | 1.21                  | .92                       | .57           | .42                          | 1.27       | 1.10                   | .92         |
| Wahrscheinlichkeit<br>des Arbeitsplatz-<br>verlustes          | $\bar{X}$ | 1.73                  | 2.72                      | 2.50          | 1.50                         | 2.50       | 3.00                   | 3.00        |
|   | S.D.      | .81                   | 1.07                      | .71           | .71                          | 2.12       | .89                    | 1.10        |

1) Daten für die Vergleichsgruppe aus: Quinn und Staines (1979) und Quinn und Shepard (1974). Die Tabellenwerte basieren auf 4-Punkte-Skalen.

2) Höhere Werte indizieren geringere Akzeptanz

Tabelle 4: Einstellungen zur Mitwirkung im Arbeitsprozeß

|                                 | Schichtführer | Instandhaltungs-<br>personal | Einrichter | Maschinenbediener | Palettierer |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|------------|-------------------|-------------|
| Einstellungen<br>zur Mitwirkung | +6.0          | -3.5                         | -7.5       | -6.3              | -5.5        |

Das Instandhaltungspersonal ist relativ zufrieden, die anderen Tätigkeitsgruppen nicht. Bei der Mehrheit der Untersuchungsmerkmale liegen die Arbeitskräfte der Instandhaltung in ihrer Bewertung über denen der Kontrollgruppe. Einrichter, Maschinenbediener und Palettierer dagegen sind praktisch mit jedem Aspekt ihrer Arbeit unzufrieden. Maschinenbediener bewerten Aufstiegschancen und Palettierer die Herausforderung durch Arbeitsaufgaben als besonders niedrig.

Die Ergebnisse der Befragung zum "arbeitsbezogenen Streß" (Tabelle 3) wurden mit den Kontrollgruppen von Quinn und Staines 1979 und Quinn und Shepard 1974 verglichen. Im allgemeinen ist die Arbeit am FFS mit relativ großem Streß verbunden. Bei vier der fünf Streßfaktoren schneiden die FFS-Arbeiter schlechter ab als die Kontrollgruppe. Alle Tätigkeitsgruppen des FFS können hochbewertete Qualifikationen nicht nutzen. Mit Ausnahme von zwei Maschinenbedienern geben alle Befragten an, daß sie erworbene Qualifikationen gerne in den Arbeitsprozeß einbringen möchten, dies aber nicht können. Über ungenügende Arbeitsmittel und Risiken des Arbeitsplatzverlustes beklagen sich alle Tätigkeitsgruppen außer einer. Zwei Tätigkeitsgruppen fühlen sich von überzogenen Anforderungen belastet. Eine Gruppe beklagt sich insbesondere über unklare Aufgabenbestimmungen.

Das Instandhaltungspersonal leidet weniger unter Streß. Es liegt mit vier der fünf Untersuchungsdimensionen über den Werten der Kontrollgruppe. Demgegenüber liegt jede der drei anderen Tätigkeitsgruppen des FFS bei vier der fünf Streßfaktoren unter den Werten der Kontrollgruppe.

#### IV. Überforderung der Schichtführer

Verschiedene Untersuchungen der Vergangenheit haben gezeigt, daß es zwischen den Tätigkeiten von Schichtführern und Vorarbeitern an konventionellen Anlagen einerseits und NC-gesteuerten Anlagen andererseits erhebliche Unterschiede gibt. Der Leistungsdruck wird verschärft, während die Kontrolle über den Arbeitsprozeß abnimmt (Lundgren 1969; Williams und Williams 1964). Leistungs-

druck und Kontrollverlust sind unzweifelhaft für die Vorgesetzten im FFS verschärft. Wegen der hohen Kapitalkosten erhalten Probleme der effektiven Nutzung des Systems eine größere Bedeutung. Die Erzielung hoher Verfügbarkeitszeiten wird durch Probleme mit der Zuverlässigkeit der Maschinen gefährdet. Ersatzteillager müssen aufgrund der hohen Zahl an Systemelementen beschränkt bleiben. Die höhere technische Komplexität zwingt Schichtführer dazu, sich in Fragen der Instandhaltung elektronischer Systeme und der häufig technisch anspruchsvollen Qualitätskontrolle stärker auf Spezialisten aus Stabsabteilungen zu verlassen.

FFS stellen auch an die Qualifikationen der Schichtführer ungewöhnlich hohe Anforderungen. So müssen sie über gute technische Kenntnisse ihrer Anlage verfügen. Nur dann ist es möglich, zu entscheiden, wann Instandhaltungspersonal gerufen werden muß und festzulegen, welche besonderen Qualifikationen für die Reparatur erforderlich sind. An automatisierten Anlagen verlieren aber auch Führungsqualifikationen nicht entscheidend an Bedeutung. So müssen aufgrund der hohen Abhängigkeit von Stabs- und Dienstleistungspersonal gute Kooperationsbeziehungen geschaffen werden. Ein Schichtführer berichtete beispielsweise über Teile, die vorgegebene Toleranzen geringfügig überschritten, aber vom zuständigen Ingenieur akzeptiert wurden. Derartige Entscheidungen sind in der Regel nur dann möglich, wenn gute Beziehungen zwischen Schichtführer und Qualitätskontrolle bestehen.

Die Motivation der direkt an der Anlage eingesetzten Arbeitskräfte ist von großer Bedeutung, da ihr Einsatz bei Kontroll- und Palettierstätigkeit immer noch Qualität und Quantität der Produktion beeinflussen. Aufgrund des Mangels an sinngebenden Tätigkeitsmerkmalen ist die Motivierung schwierig, dies gilt insbesondere für Maschinenbediener und Palettierer. Schwierigkeiten gibt es auch wegen der Probleme bei der Entwicklung angemessener Leistungslohnsysteme. Höhere Arbeitsleistungen lassen sich nicht ohne weiteres an erhöhter Qualität und Quantität der Produktion messen. Unzufriedenheit entwickelt sich häufig dann, wenn Arbeitskräfte an konventionellen Anlagen des Betriebes zwar niedriger eingestuft sind, aber aufgrund der Leistungsentlohnung ein insge-

samt höheres Einkommen erzielen. Einer der befragten Schichtführer nannte die Motivierung seiner Mitarbeiter sein kritischstes Problem.

Diese eher qualitativen Interpretationen decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der Schichtführerbefragung. Probleme des Leistungsdrucks wurden nicht direkt untersucht, es besteht aber wahrscheinlich eine enge Beziehung zu den Streßfaktoren (Tabelle 3). Schichtführer gehören der einzigen Tätigkeitsgruppe an, die bei allen fünf Variablen - Überforderung, unklare Aufgabenbestimmung und unangemessene Arbeitsmittel eingeschlossen - in den Werten unter denen der Kontrollgruppe liegen. Der Verlust an Kontrolle wird durch die Beurteilung von Tätigkeitsmerkmalen (Tabelle 1) veranschaulicht. Die Schichtführer liegen bei der Frage nach Autonomie und Selbständigkeit in ihren Werten sowohl unter denen der Kontrollgruppe als auch, abgesehen von den Palettierern, unter denen aller anderen Tätigkeitsgruppen im FFS. Bei der Frage nach der Verantwortlichkeit liegen sie etwas unterhalb der Kontrollgruppe. Bemerkenswert sind auch die sehr niedrigen Werte in der Frage nach der Breite der Arbeitsaufgaben. Dies mag teilweise damit zusammenhängen, daß Schichtführer sich vollständig auf Aufsichtsfunktionen beschränken und manuelle Eingriffe in das System ihrer Arbeitsgruppe überlassen müssen. Auch die Tatsache, daß Schichtführer glauben, daß Arbeiter bei Entscheidungen zu viel zu sagen haben, zeigt die Selbstwahrnehmung von Kontrollverlusten (Tabelle 4). Die relativ hohen Werte bei der Frage nach der Vielfalt der Qualifikationsanforderungen entsprechen der Breite der Aufgaben im technischen Bereich und in der Personalführung (Tabelle 1). Daß Schichtführer trotz ihrer schwierigen Situation bei vier von sechs Variablen der Tabelle 2 eine relative Arbeitszufriedenheit signalisieren, ist der einzige, möglicherweise widersprechende Hinweis.

## V. Ein alternatives Organisationsmodell

Befragte aller vier ausführenden Tätigkeitsgruppen (Instandhaltungspersonal, Einrichter, Maschinenbediener, Palettierer) sehen kaum Möglichkeiten, den Arbeitsablauf nach eigenem Ermessen zu gestalten. Sie beklagen sich über geringe Mitwirkungsmöglichkeiten bei arbeitsbezogenen Entscheidungen darüber, was getan und wie es gemacht werden soll. Arbeiter von drei der vier Tätigkeitsgruppen glauben, daß ihre Arbeitsleistung sich kaum in einem identifizierbaren Produkt niederschlägt und daß sie kaum für Arbeitsergebnisse Verantwortung tragen. Abgesehen von dem Instandhaltungspersonal sind die befragten Arbeitskräfte außerdem mit wichtigen Aspekten ihrer Arbeit unzufrieden und fühlen sich durch Streß belastet. Palettierer und Maschinenbediener sind am stärksten betroffen. Schichtführer stehen unter einem hohen Leistungsdruck und leiden zur gleichen Zeit an einem Verlust an Kontrollmöglichkeiten.

Diese Probleme sind von Bedeutung, weil Schichtführer und Arbeiter einen bedeutenden Einfluß auf die Effizienz und Rentabilität eines FFS haben. Im untersuchten Unternehmen können die Arbeitskräfte durch die Genauigkeit von Kontrollen während des zeitweisen Maschinenstillstands die Produktqualität und durch die Schnelligkeit der Kontrollen die Produktkosten beeinflussen. Diese These wird von Doring und Salling (1971) unterstützt. Ihnen zufolge bleibt die menschliche Arbeit ein wesentlicher Faktor für die Nutzung und Rentabilität von NC-Werkzeugmaschinen. Zwar kontrolliert die Maschine im Prinzip den Produktionsablauf, kommt aber der Bediener seinen Kontroll- und Wartungsaufgaben nicht rechtzeitig nach, sinkt die Nutzungszeit des Systems. Aus diesen Gründen ist es nicht erstaunlich, daß im untersuchten Unternehmen die Verfügbarkeit der FFS-Maschinen nicht über der konventioneller Anlagen lag.

Die Befragungsergebnisse decken sich mit denen von Studien, die zur Untersuchung von Anlagen mit äußerst hierarchischen Arbeitsstrukturen und konventionellen Tätigkeiten durchgeführt wurden. Am untersuchten FFS sind insbesondere die Routineoperationen

problematisch ausgelegt. So sind die Befragungsergebnisse für Arbeitskräfte mit dem höchsten Anteil an Routineaufgaben am negativsten. Obwohl keine harten Belege vorgelegt werden können, besteht der Eindruck, daß die Arbeitsstrukturen am untersuchten System und die erhobenen Motivationsprobleme mit denen anderer Systeme in anderen US-amerikanischen Unternehmen vergleichbar sind.

Die Arbeitsstrukturen des untersuchten Systems sind als Übertragung traditioneller Konzepte der Einzel- und Kleinserienfertigung zu verstehen. Die neuen Anlagen scheinen sich jedoch soweit von den typischen unverketteten Werkzeugmaschinen zu unterscheiden, daß eine alternative Arbeitsorganisation angebracht ist. Ein integriertes System zeichnet sich durch relativ scharfe Grenzen an den Anfangs- und Endpunkten und einen kontinuierlichen Materialfluß innerhalb der Grenzen aus. Es entspricht daher eher Verfahren der Prozeßfertigung als denen der Einzel- und Kleinserienfertigung. Eine Arbeitsstruktur, die auf der Gruppe als grundlegender Einheit basiert, scheint angemessener zu sein, als eine solche, die auf dem Individuum aufgebaut ist.

Folgt man der Theorie sozio-technischer Systeme, so könnte eine homogene Arbeitsgruppe von Maschinenbedienern und Palettierern, die die traditionellen Linien der Arbeitsteilung überwindet, eine sinnvolle Alternative abgeben. Jeder Mitarbeiter hätte Gelegenheit, alle oder mehrere Arbeitsaufgaben auszuführen. Die Gruppe wäre sowohl für den gesamten Produktionszyklus vom Palettieren über die Ablaufkontrolle bis zur Entnahme als auch für einige Reparaturaufgaben, das Einrichten und für Aufsichtsfunktionen verantwortlich. Die Breite der Arbeitsaufgaben, die Sinnhaftigkeit der Arbeit und die Anerkennung durch Kollegen könnte erhöht werden. Job rotation innerhalb der Gruppe würde die Vielfalt der Qualifikationsanforderungen steigern. Eigenverantwortlichkeit und Selbständigkeit bei der Arbeitszuweisung könnten Dispositionsspielräume und Mitwirkungschancen bei arbeitsbezogenen Entscheidungen vergrößern.

Der sozio-technische Ansatz zeigt auch, daß die Gruppenarbeit durch ein Entlohnungssystem gestützt werden sollte, das Arbeiter dazu ermutigt, herausfordernde Arbeitssituationen zu nutzen. So könnte es drei Einstufungen für Gruppenmitglieder geben, deren verschiedene Grundlöhne auf Höhe und Breite der Qualifikationen der Mitarbeiter basieren. Die Stufen könnten beispielsweise wie folgt definiert werden:

- o Die Arbeitskraft verfügt nur über wenige Qualifikationen (etwa zur Ausübung von ein oder zwei Funktionen am FFS),
- o die Arbeitskraft verfügt über mehrere Qualifikationen (Polyvalenz),
- o die Arbeitskraft verfügt über Vielfachqualifikationen und weitere Hilfsqualifikationen zur Instandhaltung und Einrichtung von Maschinen.

Darüber hinaus würde es weitere Einstufungen für Instandhaltungspersonal und Einrichter geben, die Gesamtzahl der Lohnstufen läge bei fünf. Aufgrund der Möglichkeit von Einstufungsverbesserungen und Verdienststeigerungen durch die Verbreiterung des Aufgabenfeldes und damit der Qualifikationen ist zu vermuten, daß etwa Maschinenbediener dazu gebracht werden könnten, Palettieroperationen mit zu übernehmen.

Eine Reorganisation der Tätigkeiten der Maschinenbediener und Palettierer würde auch die Tätigkeit des Schichtführers verändern. Da die Arbeitskräfte mehr Verantwortung für das interne Funktionieren der Abteilung hätten, müßte sich der Schichtführer weniger mit den entsprechenden Fragen beschäftigen. Dies würde ihm mehr Zeit für die Organisation der für das effektive Funktionieren der Abteilung erforderlichen Arbeitsmittel geben; folgt man der Theorie sozio-technischer Systeme, so ist dies die entscheidende Aufgabe der Vorgesetzten. Wenn das untersuchte Unternehmen als Beleg gelten kann, tendieren FFS-Schichtführer dazu, mit der Organisation und Bereitstellung von Arbeitsmitteln unzufrieden zu sein (Tabelle 2). Verbesserungen sind nur über

die Herstellung enger und kooperativer Beziehungen zu anderen produktiven Abteilungen und zu Stabs- und Dienstleistungsstellen möglich. Wenn Schichtführer über die Verbesserung der externen Beziehungen die Verfügbarkeit von Arbeitsmitteln erhöhen, werden sie vermutlich Eingriffe in abteilungsinterne Entscheidungsprozesse für weniger wichtig halten.

Die oben beschriebene Arbeitsorganisation wurde dem Unternehmen nach der Analyse der Befragungsergebnisse empfohlen. Gegenwärtige ökonomische Probleme der Industrie haben die Möglichkeit einer Implementation hinausgeschoben. Umsetzung und Evaluierung müssen dementsprechend Gegenstand einer anderen Studie sein.



Werner Dostal<sup>+</sup>

## Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme in der Bundesrepublik Deutschland<sup>1)</sup>

---

### Gliederung:

- I. Die Untersuchung
- II. Stand und Entwicklung der Anwendung flexibler Fertigungssysteme
- III. Arbeit an flexiblen Fertigungssystemen
- IV. Verallgemeinerung und Nutzen der Ergebnisse

### I. Die Untersuchung

Bereits Mitte der 70er Jahre nahm man an, daß flexible Fertigungssysteme (FFS) gerade jene Fertigungsbereiche automatisieren werden, in denen bislang kaum Automatisierungsmöglichkeiten bestanden, nämlich die Kleinserien- und Einzelfertigung, in der traditionell viele Facharbeiter beschäftigt sind. Deshalb wurde erwartet, daß diese neue Technologie erhebliche Auswirkungen auf Zahl und Qualität der Arbeitsplätze in der mechanischen Fertigung haben könnte.

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) hat 1978 mit dieser Fragestellung ein Projekt "Die Einführung flexibler Fertigungssysteme und ihre Auswirkungen auf Arbeitsplatzstrukturen"

---

<sup>+</sup>) Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg.

1) Der Beitrag basiert auf der 1981 abgeschlossenen Studie über den Einsatz flexibler Fertigungssysteme der folgenden Institute:

- Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe;
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg;
- Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF), Berlin. (ISI/IAB/IWF 1979, 1980, 1982; Dostal u.a. 1982.)

an ein multidisziplinäres Team, das aus Mitarbeitern der folgenden Institute zusammengesetzt war, vergeben:

- ISI für die einführungsorganisatorischen und wirtschaftlichen Aspekte, gleichzeitig Projektleitung,
- IAB für die arbeitsplatzbezogenen Aspekte,
- IWF für die technischen Aspekte.

Die Arbeiten wurden 1978 begonnen und mit der Vorlage des Schlußberichts Mitte 1981 abgeschlossen.

Die Studie hatte die folgenden Schwerpunkte:

- o Ermittlung der Einsatzbedingungen und Innovationsprobleme bei den Anwendern flexibler Fertigungssysteme,
- o Ermittlung der Anwendungsfelder und Beschreibung der Komponenten von FFS,
- o Ermittlung der während des Einführungsprozesses in den Unternehmen anfallenden Aufgaben und Erfahrungen,
- o Analyse der durch den Einsatz dieser Fertigungssysteme direkt betroffenen Arbeitsplätze,
- o Analyse betroffener Arbeitsplätze in Bereichen, die dem FFS vor- oder nachgelagert sind, sowie
- o Ermittlung der wirtschaftlichen Auswirkungen.

Der Ablauf der Untersuchung begann mit der Entwicklung eines groben Untersuchungsrahmens, mit Literaturanalysen und Vorgesprächen bei Fachleuten, Verbänden und Unternehmen. Dies diente zur Vorbereitung der Fallstudien bei den FFS-Anwendern, die für das Projekt die wesentlichsten Informationen brachten. Abgerundet wurden diese Fallstudien durch weitere Untersuchungen bei wichtigen Werkzeugmaschinenherstellern in der Bundesrepublik Deutschland und den USA.

## II. Stand und Entwicklung der Anwendung flexibler Fertigungssysteme

---

Bis 1980 sind in der Bundesrepublik Deutschland 17 Projekte flexibler Fertigungssysteme durchgeführt worden. Davon waren:

- o 4 Systeme realisiert, davon 2 als Modellanlagen an Technischen Universitäten;
- o 6 Systeme teilrealisiert bzw. im Aufbau;
- o 5 Systeme in unterschiedlichen Planungsstadien und
- o 2 Systeme waren geplant, sind aber nicht realisiert worden.

Für das Untersuchungsprojekt war die geringe Zahl der unter industriellen Bedingungen bereits laufenden FFS ungünstig. Während die Fragen der Technik und der Einführungsorganisation noch weitgehend bei fast allen Projekten abgefragt werden konnten, waren die Informationsmöglichkeiten über die wirtschaftlichen Aspekte bereits ungünstiger, und die Untersuchung realisierter Arbeitsplätze an den Systemen war nur bei einigen wenigen Systemen möglich.

Der volle Untersuchungsrahmen konnte deshalb nur an zwei FFS angewendet werden, wobei es sich jeweils um FFS für die Herstellung prismatischer Teile handelte, von denen eines bereits voll realisiert, das andere bislang nur teilrealisiert war. Bei den übrigen Projekten konnten wegen des jeweiligen Projektstandes nur Teile des Untersuchungsinstrumentariums genutzt werden. Da die Arbeitsplatzgestaltung an FFS nur an den beiden voll untersuchten Systemen aufgenommen werden konnte, bestand die Arbeit der Projektgruppe zusätzlich darin, Schlußfolgerungen zu ziehen und Empfehlungen für zukünftige Einführungsmaßnahmen von FFS zu geben.

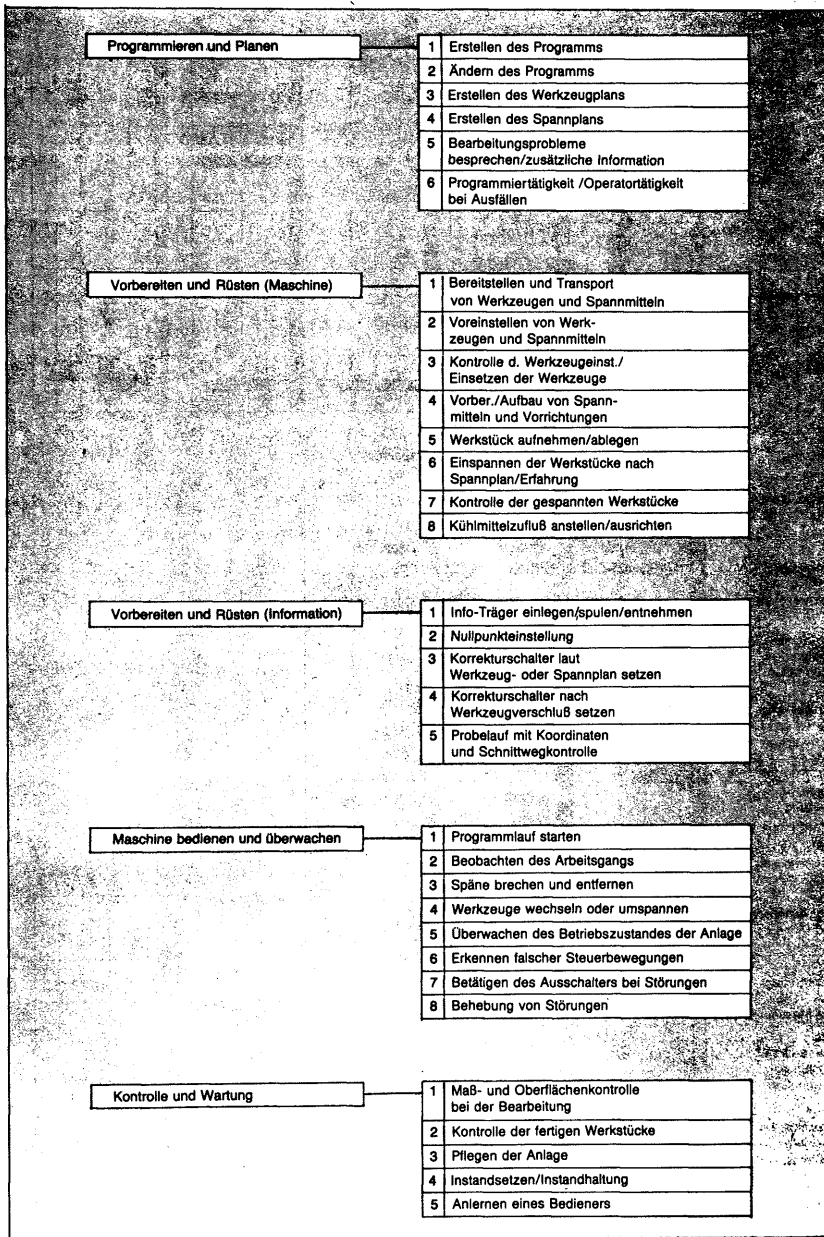
### III. Arbeit an flexiblen Fertigungssystemen

Der vollautomatische Betrieb eines flexiblen Fertigungssystems - ohne jeden Personaleinsatz - mag zwar ein Ziel dieser technischen und ökonomischen Entwicklung sein, er ist aber derzeit noch eine Utopie. Menschliche Arbeitskraft ist weiterhin nötig, um derartige flexible Fertigungssysteme zu betreiben. An den Nahtstellen zu den anderen Fertigungsstellen müssen die Rohteile eingegeben und die Fertigteile dem System entnommen werden. Die Anlage muß kontrolliert und gewartet werden. Auch einzelne, aus technischen oder ökonomischen Gründen nicht automatisierbare Bedienungsfunktionen sind weiterhin wahrzunehmen. Allerdings erscheint es möglich, die starren räumlichen und zeitlichen Zuordnungen von Arbeitskraft zu Arbeitsaufgaben am flexiblen Fertigungssystem zu lockern. Die Arbeitsplätze werden zukünftig weniger von einer bestimmten Maschine und von deren Bedienung und Überwachung bestimmt, sondern setzen sich zusammen aus einer Reihe einzelner Funktionen, die sowohl räumlich als auch zeitlich variabel geleistet werden können. Das Ausmaß dieser räumlichen und zeitlichen Entkopplung der Arbeitskraft von dem Gesamtsystem und seinen Teilen hängt nur bedingt von der technischen Auslegung der Anlage ab. Die Freiräume der Gestaltung von Arbeitsfunktionen und ihre Zusammenfassung zu Arbeitsplätzen im flexiblen Fertigungssystem sind verhältnismäßig breit und verlangen zusätzliche Gestaltungsmaßnahmen.

#### 1. Tätigkeitselemente und Zuordnung zu Arbeitsplätzen

Die Tätigkeitselemente an flexiblen Fertigungssystemen haben sich aus den Tätigkeitselementen des NC-Maschinenbedieners heraus entwickelt. Für die Erfassung dieser Tätigkeitselemente lag ein Kategorienschema vor (Oberhoff 1976), das hier ebenfalls verwendet werden konnte. Die Kategorien sind in Bild 1 angegeben. Diese angegebenen Tätigkeitselemente treten im flexiblen Fertigungssystem sowohl an den einzelnen Bearbeitungseinrichtungen als auch bei den Transporteinrichtungen auf.

**Bild 1:** Tätigkeitselemente an NC-Maschinen und an flexiblen Fertigungssystemen



Diese vorgefundenen Tätigkeitselemente sind in den Betrieben zu bestimmten Arbeitsplätzen zusammengefaßt worden.

Die enge räumliche Anordnung der durch das Transportsystem verketteten Bearbeitungsmaschinen und die Kopplung dieser Maschinen durch das übergeordnete Informationssystem lassen Organisationsformen nicht sinnvoll erscheinen, die von einer direkten Zuordnung von einzelnen Arbeitsplätzen zu einzelnen Bearbeitungsmaschinen ausgehen. Die an den automatisierten Anlagen noch vorhandenen Tätigkeitselemente lassen sich bei einem flexiblen Fertigungssystem variabel zu Arbeitsplätzen zusammenfassen. Diese Variabilität erlaubt es eher, als es bei rigiden Zuordnungen von Mensch und Maschine möglich ist, Arbeitsplätze zu gestalten und sie so zu formen, daß die Kriterien menschengerechter Arbeitsplätze erfüllt werden.

Allerdings scheinen derartige Zuordnungen von Tätigkeiten zu Arbeitsplätzen in der Planungs- und Inbetriebnahmephase eines flexiblen Fertigungssystems noch kaum durchdacht und geplant zu werden. Zumindest war bei der Unternehmensbefragung in diesem Projekt über diesen Aspekt der Einführung wenig zu erfahren. Die Bewertung dieser Zuordnung bezieht sich auf die realisierten Fälle, bei denen diese Arbeitsplatzstrukturen bereits vorliegen.

## 2. Arbeitsplatzstrukturen im Vergleich

In den beiden untersuchten Unternehmen, in denen die Arbeitsplatzstruktur bereits besteht und vertieft untersucht werden konnte, war die Zuordnung von Arbeitsaufgabe zu Personen unterschiedlich:

Im flexiblen Fertigungssystem A hat man fünf voneinander abgrenzbare, stark arbeitsteilig strukturierte Arbeitsplatztypen geschaffen:

- Vorarbeiter,
- Einrichter,

- Werkstückspanner (Palettierer),
- Vorrichtungsumrüster,
- Kontrolleur.

Im flexiblen Fertigungssystem B hat man dagegen nur drei Arbeitsplatztypen geschaffen:

- Leitstandführer,
- Maschinenbediener,
- Palettierer.

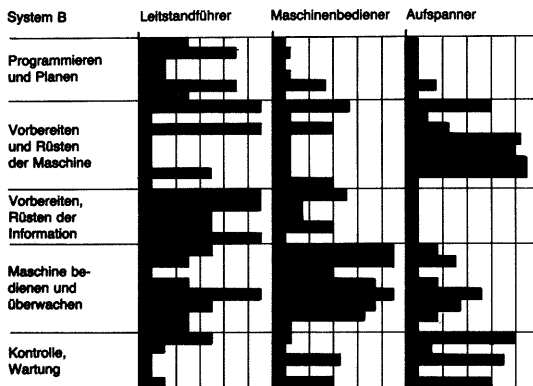
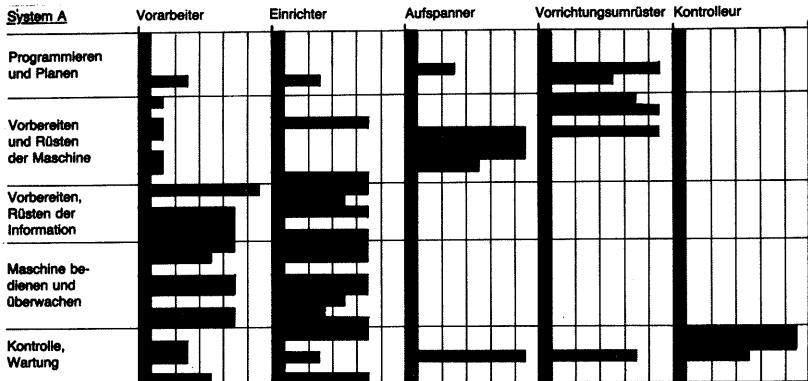
In beiden Systemen sind noch Mitarbeiter der Werkzeugvoreinstellung beschäftigt, die aber auch für andere Betriebsbereiche tätig werden.

Vergleicht man mit arbeitsanalytischen Methoden die in diesen beiden Systemen auftretenden Tätigkeitsspektren, dann stellt man fest, daß sich diese voneinander sehr wenig unterscheiden, während die aus diesen Tätigkeitsspektren konstruierten Arbeitsplätze sehr unterschiedlich sind. Die technischen Unterschiede in den beiden Anlagen reichen nicht aus, um diese unterschiedlichen Arbeitsplatzstrukturen zu erklären (Bild 2).

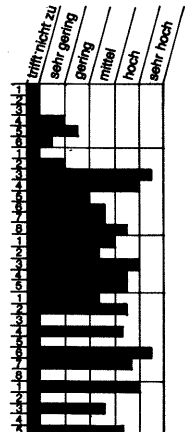
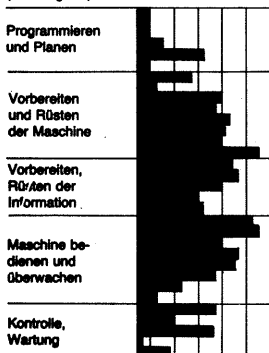
Die fertigungstechnischen und organisatorischen Ausgangspositionen der Unternehmen, von denen aus der Einsatz flexibler Fertigungssysteme angestrebt wurde, waren jedoch sehr unterschiedlich:

- o Im Unternehmen, in dem System A installiert ist, wurde in der Fertigung stark arbeitsteilig mit häufigem Wechsel der Werkzeugmaschinen produziert. Ursprünglich sollte statt des flexiblen Fertigungssystems eine Transferstraße angeschafft werden, man entschied sich aber dann doch für ein flexibles Fertigungssystem, weil wegen des Variantenreichtums eine Transferstraße nicht realisierbar war.
- o Im Unternehmen, in dem System B installiert ist, wurden die Teile bisher meist auf NC-Maschinen (z.T. mehrspindelig) weitgehend komplett bearbeitet. Die Arbeitsteilung war geringer

**Bild 2:** Vergleich der Tätigkeitsprofile an zwei flexiblen Fertigungssystemen (Untergliederung der Tätigkeitselemente siehe Bild 1)



NC-Maschinenbediener  
im Unternehmen B  
(zum Vergleich)





als im Unternehmen A. Das flexible Fertigungssystem wurde von Anfang an als Lösung der Automatisierungsprobleme angesehen.

Es ist zu vermuten, daß mehr als die technischen Unterschiede zwischen den beiden flexiblen Fertigungssystemen die traditionellen Arbeitsplatzstrukturen der jeweiligen Unternehmen für die Organisation beim Einsatz einer neuen Technik dominant sind. Qualifikationsstruktur, Organisation und Fertigungsstruktur dieser Unternehmen stehen in einer Wechselbeziehung. In diese traditionellen Strukturen werden dann neuartige Technologien, wie hier das flexible Fertigungssystem, möglichst systemkonform eingebunden.

### 3. Arbeitsbelastungen

Neben der Aufteilung der Arbeitsaufgaben auf einzelne Mitarbeiter wurde auch die Belastungssituation abgefragt.

Hinsichtlich "allgemeiner Überlastung" fühlen sich besonders die Vorarbeiter betroffen. Das Überlastungsempfinden resultiert aus hohen Anforderungen sowohl an die fachliche Qualifikation als auch an die Führungsqualifikation.

Die "körperliche Belastung" der Palettierer ist deutlich höher als die der NC-Maschinenbediener und auch die aller anderen Arbeitskräfte am flexiblen Fertigungssystem.

Bezüglich des Merkmals "nervliche Belastung" empfanden die Palettierer eine durchschnittliche Beanspruchung, während sich die Befragten an den anderen Arbeitsplätzen nervlich stark belastet fühlten.

Vergleicht man die vorgefundenen Tätigkeits- und Beanspruchungsstrukturen mit den Vorstellungen des "menschengerechten" Arbeitsplatzes, für den eine gewisse Vielseitigkeit der Arbeitsausführung und Beanspruchung als erforderlich bezeichnet wird, dann besteht bei den flexiblen Fertigungssystemen mehr als bei NC-Maschinen die Gefahr einer extremen Arbeitsteiligkeit und einer

einseitigen Beanspruchung der Arbeitskräfte. Im Sinne einer Humanisierung des Arbeitslebens läßt sich ein Bedarf nach Arbeitsstrukturierungsmaßnahmen und nach einer besseren Planung der Arbeitsplätze am flexiblen Fertigungssystem ableiten.

Problematisch werden diese Maßnahmen aber immer dann sein, wenn sich die Systeme noch nicht im Normalbetrieb befinden. Wegen der Neuartigkeit von FFS sind die Tätigkeitsmuster noch im Experimentierstadium und es ist unklar, ob diese Arbeitsformen auch noch im Normalbetrieb Bestand haben werden. Impulse für die Änderung der Arbeitsformen können später vom Management (Minimierung der Qualifikationsanforderungen zur Einsparung von Lohnkosten) und von den Betroffenen (zunehmende Langeweile bei störungsfrei laufendem System) ausgehen. Es ist sehr problematisch, hier Bedingungen für bestimmte Gestaltungsvarianten vorzugeben oder Zwänge zu installieren. Aussagen über diesen Aspekt der FFS-Einführung lassen sich erst treffen, wenn die Ergebnisse der Begleitforschung, die dann weit in den Normalbetrieb eines FFS hineinreichen muß, vorliegen.

#### IV. Verallgemeinerung und Nutzen der Ergebnisse

Der Einführungsprozeß von flexiblen Fertigungssystemen ist komplex, langwierig und kostspielig. Bislang gibt es nur Individuallösungen, deren Wirtschaftlichkeit auch nicht nachgewiesen werden kann.

Die optimistischen Prognosen hinsichtlich der schnellen Verbreitung flexibler Fertigungssysteme Anfang der 70er Jahre haben sich nicht realisieren lassen. Die Vollautomatisierung konnte nicht in dem erwarteten Maß erreicht werden. Es werden weiterhin Arbeitskräfte am und im flexiblen Fertigungssystem tätig sein müssen. Allerdings sind Tendenzen wachsender räumlicher und zeitlicher Entkopplung von Mensch und Maschine erkennbar. Diese Entkopplung erlaubt eine Gestaltung der Arbeitsplätze nicht nur nach technischen Erfordernissen, sondern auch nach den Erfordernissen menschengerechter Arbeitsgestaltung.

Die vorhandenen betrieblichen Organisationsstrukturen scheinen auch bei der Nutzung von flexiblen Fertigungssystemen weiterhin bestehen zu bleiben, so daß vorhandene Gestaltungsfreiräume kaum genutzt werden. Es ist deshalb wichtig, auch die Arbeitsplätze im Rahmen der technischen Möglichkeiten bewußt zu gestalten und ihnen nicht dort eine Lückenbüßerfunktion zuzuweisen, wo eine Vollautomatisierung entweder nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist.

Die quantitativen Beschäftigungswirkungen von flexiblen Fertigungssystemen werden nach den heutigen Kenntnissen bis 1990 verhältnismäßig gering sein, da die Ausbreitung von flexiblen Fertigungssystemen durch Mangel an verfügbarem Know-how, durch hohe Investitionskosten und durch geringe Planungs- und Herstellungskapazität nur langsam vonstatten gehen wird.



Burkart Lutz<sup>+</sup>

## Personalstrukturen bei automatisierter Fertigung<sup>1)</sup>

### Gliederung:

- I. Vorbemerkungen
- II. Die falsche Vorstellung einer fertigungs-  
technisch determinierten Arbeitsplatzstruktur
- III. Einflußgrößen auf und Anforderungen an Ar-  
beitsplatz- und Personalstruktur bei auto-  
matisierten Fertigungsanlagen
- IV. Versuch einer Exemplifizierung anhand von  
zwei extremen Strukturtypen
- V. Einige abschließende Bemerkungen: Welchen  
Handlungsspielraum hat der einzelne Anwender?

### I. Vorbemerkungen

Die Frage nach Personalstrukturen bei automatisierter Fertigung wäre noch vor einem Jahrzehnt als wenig sinnvoll betrachtet worden, war man doch ganz allgemein der Meinung, Automatisierung würde mehr oder minder rasch ihren Endzustand der menschenleeren "automatischen Fabrik" erreichen, so daß es auch nicht wichtig sei, sich mit den notwendigerweise kurzlebigen Übergangszuständen näher zu beschäftigen. Heute wissen wir, daß die reine "Geisterfertigung" eine Utopie ist und daß fortschreitende Automatisierung zwar erhebliche Personaleinsparungen je Fertigungseinheit und vor allem je Produkteinheit mit sich bringt, daß jedoch auf unabsehbare Zeit zumindest noch eine residuelle Besatzung in mehr oder minder großer Distanz zum Fertigungsablauf notwendig ist.

---

+) Geschäftsführender Direktor des Instituts für Sozialwissen-  
schaftliche Forschung e.V. München.

1) Der Beitrag fußt auf einem Referat, das auf dem AWF-Rationali-  
sierungs-Kongreß Fertigungsautomatisierung im Mai 1981 in Böb-  
lingen gehalten worden ist.

Der Beitrag gilt der Frage nach den Qualifikationsanforderungen und Arbeitsplatzstrukturen dieser auch bei fortgeschrittener Automatisierung noch verbleibenden Restbesatzung. Hingegen werde ich mich mit der Frage nach den quantitativen Effekten von Fertigungsautomatisierung nicht beschäftigen, da ich der Meinung bin, daß hierzu generalisierte, vom konkreten Einzelfall abgehobene Aussagen nicht möglich sind; dies gilt sowohl für den Versuch, unabhängig von der jeweiligen Fertigungsart, von den betriebsspezifischen vielfältigen Verflechtungen zwischen Fertigung im engeren Sinne sowie ihr vor-, nach- und zugeordneter technischer Dienste und von dem Typ der im Zuge der Automatisierung jeweils zu lösenden technischen Probleme und der gewählten Problemlösungen generelle Freisetzungsziffern anzugeben von der Art: Ein Industrieroboter ersetzt 2,6 oder 4,5 Arbeitskräfte; dies gilt noch mehr für den Versuch, unabhängig von den jeweiligen betrieblichen Verhältnissen, den neuen und alten Kostenstrukturen, den Konkurrenz- und Absatzverhältnissen auf den nationalen und internationalen Märkten und den hiervon ermöglichten oder erzwungenen Verlagerungen der Absatzströme Prognosen über den Umfang von einzelbetrieblichen Personalreduzierungen bei fortschreitender Automatisierung aufzustellen.

Hieraus ergibt sich auch, daß ich die als Thema gestellte Frage, insoweit es um die Auswirkungen der Fertigungsautomatisierung auf die Beschäftigten geht, nur partiell beantworten kann. Für eine umfassende Beantwortung genügt es ja nicht, zu wissen, daß z.B. ein Teil der verbleibenden Arbeitsplätze höhere Qualifikationsanforderungen stellen wird als bei den bisherigen Fertigungsverfahren. Darüber hinaus wäre es auch notwendig, daß man die Veränderungen des zahlenmäßigen Personalbedarfs kennt, die im Zusammenhang mit der Umstellung auf die neue Fertigung eintreten werden - als Folge von direkten oder indirekten Freisetzungen, als Folge von mehr oder minder erfolgreichen Marktstrategien, die sich mit der Automatisierung verbinden, oder als hiervon ganz unabhängige, aber zeitgleiche Folge von steigender oder schrumpfender Absatzentwicklung.

Nur so können Art und Richtung der Personalbewegungen bestimmt werden, die von der Einführung eines neuen Verfahrens ausgelöst werden. Und für die betroffenen Arbeitskräfte kommt es ja vor allem darauf an, wo sie nach der Umstellung beschäftigt sein werden und wie dieser neue Arbeitsplatz aussieht (sofern es einen solchen nachher noch gibt). Wenn eine Umstellung mit einer so starken Produktionsausweitung zusammentrifft, daß in jedem Falle Neueinstellungen notwendig sind, kann auch eine Reduzierung der Qualifikationsanforderungen bei einem Teil der Arbeitsplätze für die betroffenen Arbeitskräfte ganz unproblematisch sein, wenn ihnen nur die besseren Arbeitsplätze vorbehalten bleiben und die neuentstandenen schlechteren Plätze mit neu Eingestellten besetzt werden. Umgekehrt kann unter anderen allgemeinen Bedingungen auch eine Umstellung, die im Schnitt die Qualifikationsanforderungen erhöht und die Arbeitsbedingungen verbessert, eindeutig negative Folgen für einen Teil der betroffenen Arbeitskräfte haben, die z.B. in andere Fertigungsbereiche umgesetzt werden müssen.

## II. Die falsche Vorstellung einer fertigungstechnisch determinierten Arbeitsplatzstruktur

---

Nach einer bis vor kurzem überall dominierenden und auch heute noch weit verbreiteten Vorstellung besteht eine starke, deterministische Beziehung zwischen den technischen Parametern eines gegebenen Fertigungssystems, den Qualifikationsanforderungen an den zugehörigen Arbeitsplätzen und der qualifikatorischen Zusammensetzung des zu seinem Betrieb notwendigen Personals.

Diese Vorstellung war für einen Wissenschaftler, Unternehmensberater oder Personalverantwortlichen, der in Innovationsplanungen eingeschaltet wurde, recht bequem. Gestützt auf sie war es kein besonderes Problem, angesichts der bevorstehenden erstmaligen Einführung eines neuen Fertigungssystems in einem Betrieb die notwendigen personellen Maßnahmen von vornherein festzulegen. Hierzu mußte es vielmehr ausreichen, einen anderen, technisch fortschrittlicheren Betrieb gleicher Art (z.B. in den USA oder in

Japan) zu finden, in dem das neue Fertigungssystem bereits implementiert ist; die Ist- oder gegebenenfalls Soll-Werte dieses Betriebs konnten dann getrost auch als Zielvorgaben für den eigenen Betrieb und als Anhaltspunkte dafür benutzt werden, welche Umsetzungen, Qualifizierungen oder Neueinstellungen notwendig sind, um möglichst bald auch bei sich über die Personalstruktur zu verfügen, die man anderswo aufgrund längerer Erfahrung mit gleichen Fertigungen als optimal betrachtet.

Diese Vorstellung ist jedoch zumindest bei weitgehend mechanisierter oder gar mehr oder minder automatisierter Fertigung sicherlich falsch. So habe ich schon vor fast 20 Jahren an damals hochmodernen teilautomatisierten Walzstraßen gleicher technischer Auslegung quantitativ und qualitativ extrem verschiedene Besatzungen angetroffen, wobei die zuständigen Ingenieure jeweils sehr überzeugend behaupteten, sie hätten die jeweils einzig richtige Lösung gefunden. Und ich möchte die Behauptung aufstellen, daß ein Betrieb, der glaubt, lediglich aus den technischen Parametern eines geplanten Fertigungssystems und unter Berufung auf Erfahrungen in anderen Betrieben die für ihn richtige Personalstruktur im voraus bestimmen zu können, einen grundlegenden und gefährlichen Fehler macht.

Der Grund hierfür ist in der veränderten Funktion menschlicher Arbeitsleistung für das Produktionsergebnis bei automatisierter Fertigung zu suchen. Während bei weniger mechanisierten Fertigungen menschliche Arbeitsleistung unmittelbar in den Produktionsprozeß eingebunden ist und Arbeitskräfte kontinuierlich oder doch in kurzen Wiederholzyklen in den Fertigungsablauf intervenieren bzw. bestimmte Operationen selbst ausführen, gerät der Mensch bei fortschreitender Mechanisierung und Automatisierung in zunehmende zeitliche und sachliche Distanz zum Produktionsprozeß, der über immer längere Strecken und im Hinblick auf eine immer größere Zahl von Funktionen selbstgeregelt und ohne menschliches Eingreifen abläuft.



Damit hängt die für ein bestimmtes Produktionsergebnis benötigte menschliche Arbeitsleistung nicht mehr unmittelbar vom Produktionsverfahren und den Produktionsmitteln ab, so wie man früher für kompliziertere Dreharbeiten eben einen gelernten Dreher oder zum Auf- und Abladen eine bestimmte Zahl von ungelernten, aber kräftigen Arbeitern brauchte.

Die verbleibenden Beiträge des Menschen zum Fertigungsprozeß - wie etwa Einrichtung und Funktionsüberwachung, Wartung und Reparatur, Programmierung und Fertigungsplanung usw. - sind für die betriebliche Organisation hochgradig disponibel geworden. Sie können in vielfältiger Weise miteinander und mit anderen systemexternen Aufgaben kombiniert und zu Arbeitsplätzen gebündelt werden. Je nach den Formen dieser Kombination und Bündelung sind dann am gleichen Fertigungssystem ganz unterschiedliche Formen von Arbeitsorganisation vorstellbar, denen auch jeweils ganz andere Qualifikationsstrukturen des eingesetzten Personals (ebenso wie ganz unterschiedliche Verteilungen von Belastungen, Verantwortung und Initiative auf die Arbeitskräfte) entsprechen.

### III. Einflußgrößen auf und Anforderungen an Arbeitsplatz- und Personalstruktur bei automatisierten Fertigungsanlagen

Die Tatsache, daß mit einem gegebenen automatisierten Fertigungssystem, das sich beispielsweise durch eine gegebene Zahl von Bearbeitungszentren eines bestimmten Typs definiert, die über ein bestimmtes Transport- und Handhabungssystem automatisch und mehr oder minder flexibel miteinander verkettet sind, sehr verschiedene Personalstrukturen vereinbar sind, bedeutet freilich nicht, daß Arbeitsplatzzuschnitt und Personalauswahl willkürlich, gewissermaßen nach Lust und Laune der jeweiligen betrieblichen Instanzen, regelbar wären. Sie bedeutet, daß Arbeitsorganisation, Arbeitsplatzstruktur, Qualifikationsanforderungen und Personalbesetzung an derartigen Anlagen nicht einfach eine Funktion der Systemauslegung sind, sondern in vielfältiger Weise von anderen Einflußgrößen bestimmt sind, die ihrerseits oftmals mit übergeordneten betrieblichen Strukturen zusammenhängen.

Diese verschiedenen Einflußgrößen und die in ihnen sich niederschlagenden betrieblichen Anforderungen möglichst genau zu kennen, ist für den Forscher wie für den Praktiker vor allem deshalb wichtig, weil sie keineswegs immer in die gleiche Richtung weisen müssen. Im Gegenteil sind wesentliche betriebliche Anforderungen an die Auslegung der Arbeitsorganisation durchaus widersprüchlich. Der sich jeweils durchsetzende Zustand stellt also in mehr oder minder großem Umfange einen Kompromiß oder, wenn man so will, das Ergebnis eines Optimierungsprozesses dar, der von Fall zu Fall bei gleichen Anlagen sehr verschieden ausfallen kann (allerdings im Regelfalle nicht bewußt und geplant, sondern gewissermaßen naturwüchsig und in Widerspiegelung der jeweils im Betrieb herrschenden Macht- und Einflußrelationen abläuft).

Die wichtigsten derartigen Anforderungen an die Gestaltung der Mensch-System-Beziehungen bei automatisierter Fertigung lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:

(1) Eine erste Gruppe von Anforderungen könnte man als fertigungspolitische bezeichnen. Sie ergeben sich aus den Zielsetzungen, die der jeweilige Betrieb in erster Linie im Rahmen seiner gesamten Fertigungsphilosophie und Marktstrategie beim Einsatz des Fertigungssystems verfolgt. Wichtige Ziele hierbei können sein:

- o maximale Verfügbarkeit

(was z.B. die Notwendigkeit ständiger Präsenz von qualifizierten Arbeitskräften für Reparaturen voraussetzt);

- o hohe Flexibilität

(was z.B. bedeutet, daß genügend qualifizierte Arbeitskräfte für häufige und schnelle Umrüstung vorhanden sein müssen);

- o hohe Produktqualität.

(2) Eine zweite Anforderungsgruppe ist betriebswirtschaftlicher Natur. Wichtige, auf Quantität und Qualität des Personalbesatzes direkt oder indirekt einwirkende Ziele dieser Art sind z.B.:

|   |                                  |          |
|---|----------------------------------|----------|
| <b>ISF</b>  | <b>Fertigungsautomatisierung</b> | <b>1</b> |
| <p><i>Anforderungen an die Gestaltung der Mensch - System - Beziehung</i></p> <p><b>1. <u>Fertigungspolitische Anforderungen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximale Verfügbarkeit</li> <li>• Hohe Flexibilität</li> <li>• Hohe Produktqualität</li> </ul> <p><b>2. <u>Betriebswirtschaftliche Anforderungen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrige Lohnkosten</li> <li>• Reduzierung der Kapitalkostenbelastung je Produkteinheit durch Maximierung der Betriebszeit</li> <li>• Geringhaltung der systembezogenen indirekt produktiven Kosten</li> </ul> <p><b>3. <u>Betriebsstrukturelle Anforderungen</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration des neuen Fertigungssystems in die bestehenden betrieblichen Strukturen unter besonderer Berücksichtigung <ul style="list-style-type: none"> <li>— der übergeordneten Systeme und Prinzipien</li> <li>— der Auslegung der Arbeitsorganisation und personellen Besetzung des Systems</li> </ul> </li> </ul> |                                  |          |

o Niedrige Lohnkosten

(was z.B. über vorrangigen Einsatz billigerer unqualifizierter Arbeitskräfte oder über maximale Verdünnung des Personaleinsatzes bei höherer Qualifikation und höheren Löhnen erreicht werden kann);

o Reduzierung der Kapitalkostenbelastung je Produkteinheit durch Maximierung der Betriebszeit

(was in vielen Fällen zu einer Arbeitsorganisation zwingt, die den Einsatz von Arbeitskräften mit ausreichend hoher Bereitschaft zu Schichtarbeit ermöglicht);

o Geringhaltung der systembezogenen indirekt produktiven Kosten

(was z.B. eine Bemannung nahelegt, bei der die systemexternen Dienste wenig beansprucht werden).

(3) Endlich gibt es Anforderungen einer dritten Gruppe, die als betriebsstrukturelle bezeichnet seien und die insgesamt darauf hinauslaufen, daß das neue Fertigungssystem möglichst problem- und reibungslos in die bestehenden betrieblichen Strukturen integriert werden kann.

Dies gilt zunächst natürlich auf technisch-organisatorischer Ebene im Hinblick auf Kompatibilität mit den übergeordneten Systemen und Prinzipien.

Dies gilt aber auch unmittelbar für die Auslegung der Arbeitsorganisation und die personelle Besetzung des Systems, die sich im Hinblick auf Anforderungen, Arbeitsteilung, aber auch Entlohnungshöhe und Entlohnungsgrundsatz möglichst wenig von den entsprechenden, im Betrieb sonst existierenden Strukturen unterscheiden sollen.

Dies bedeutet, daß in vielen Fällen, wenn dem nicht andere, zwingende Gründe entgegenstehen, die Bemannung eines automatischen Fertigungssystems insofern auf möglichst konservative Weise geregelt wird, als der Betrieb bestrebt ist, an der neuen Anlage soweit irgend möglich den gleichen Typ von Arbeitskräften einzusetzen, möglichst dieselben Rekrutierungs-, Auswahl- und Einstufungskriterien wie sonst zu benutzen, die anderswo im Betrieb geltende Entlohnungsform beizubehalten usw.

Im übrigen bewirken diese betriebsstrukturellen Anforderungen, daß überall dort, wo der Betrieb unter dem Druck anderer fertigungspolitischer oder betriebswirtschaftlicher Anforderungen innovatorische Lösungen für Arbeitsorganisation und Personalbesetzung automatisierter Anlagen wählt - also z.B. Nachtschicht, obwohl sonst in der Fertigung allenfalls zwei-schichtig gearbeitet wird, oder unmittelbaren Einsatz von Technikern im Fertigungsbereich -, dann auch besondere Begründungen für diesen Ausnahmezustand gegeben werden müssen.

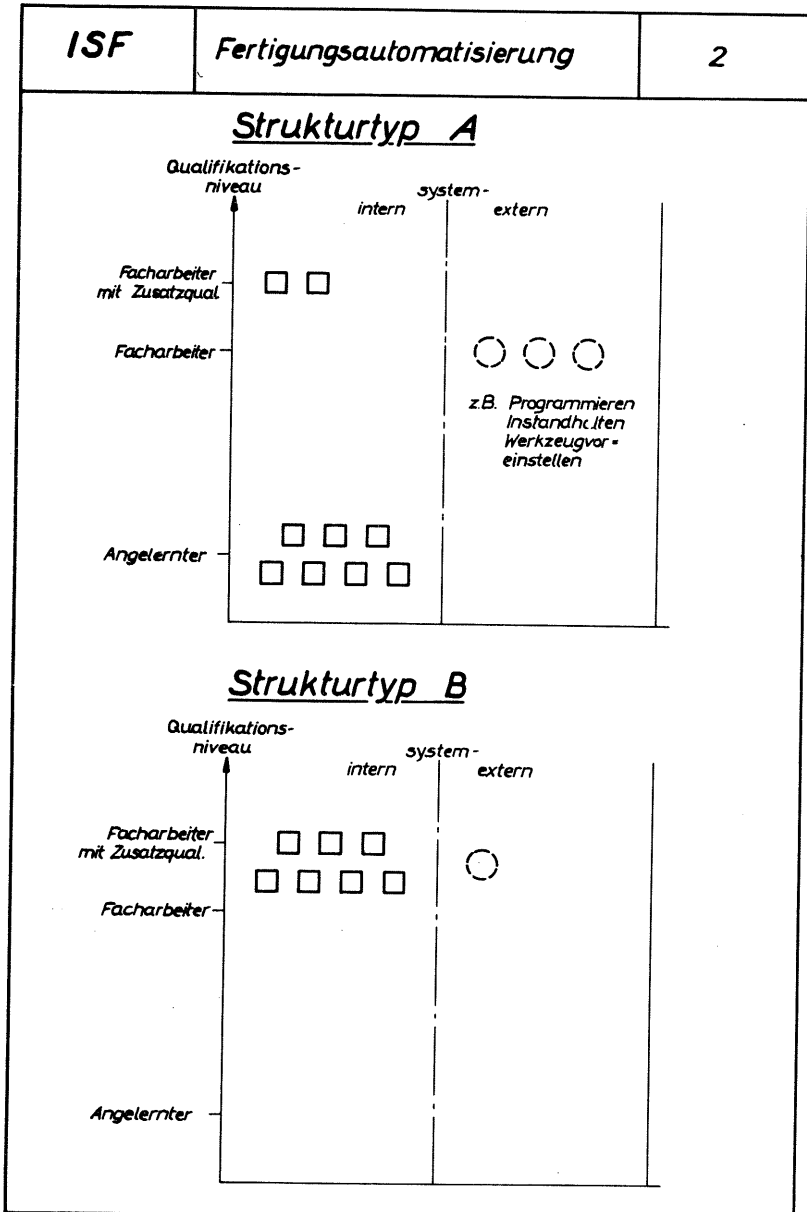
#### IV. Versuch einer Exemplifizierung anhand von zwei extremen Strukturtypen

Auf dem Hintergrund der Bedingungen, wie sie heute in den meisten Betrieben entwickelter Industrieländer anzutreffen sind, kann man sich in Anwendung der bisherigen Überlegungen eine ganze Reihe von möglichen Strukturtypen von Arbeitsorganisation und Personalbesetzung vorstellen, die jeweils mit einem recht breiten Spektrum automatisierter Fertigungssysteme technisch und ablaufmäßig kompatibel sind.

An zwei derartigen Strukturtypen sei demonstriert, wie jeweils Arbeitsorganisation und Personalbesetzung mit spezifischen Konstellationen betrieblicher Bedingungen und Anforderungen konform gehen:

Strukturtyp A kennzeichnet sich durch ausgeprägte Qualifikationspolarisierung in dem Sinne, wie dieser Begriff seit Kern, Schumann (1970) verstanden wird.

Die Anlagenbesetzung besteht aus einer mehr oder minder großen Zahl von Anlernkräften eher geringen Qualifikations- und Anspruchsniveaus (bei denen es sich in der deutschen Industrie heute wohl überwiegend um Ausländer handeln würde) und maximal zwei Arbeitskräften pro Schicht in der Funktion von Schichtführern oder Meistern, die wohl im Regelfalle eine Technikerqualifikation besitzen sollten.



|   |                                  |          |
|---|----------------------------------|----------|
| <i>ISF</i>  | <i>Fertigungsautomatisierung</i> | <i>3</i> |
| <p><u><i>Strukturtyp A</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>polarisierte Qualifikationsstruktur</i></li> <li>• <i>zentralisierte Systemsteuerung und -überwachung</i></li> <li>• <i>detaillierte Bedienerführung und -kontrolle</i></li> <li>• <i>narrensichere Auslegung der Eingriffsstellen ins System</i></li> <li>• <i>System ist für den Bediener ein "schwarzer Kasten"</i></li> </ul> <p><u><i>Strukturtyp B</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>homogene Qualifikationsstruktur</i></li> <li>• <i>dezentralisiertes, hierarchisch aufgebautes Steuerungssystem</i></li> <li>• <i>intelligente, interaktive Peripherie</i></li> <li>• <i>"offene" Interventionsmöglichkeiten in den Systembetrieb</i></li> <li>• <i>System ist für den Benutzer transparent</i></li> </ul> |                                  |          |

Diese Besatzung ist nicht in der Lage, alle für das System notwendigen Leistungen selbst zu erbringen; zusätzlich müssen in mehr oder minder großem Umfange auch qualifizierte technische Dienste anderer betrieblicher Stellen in Anspruch genommen werden, insbesondere für Programmierung, Instandhaltung und Störungsbeseitigung sowie für Werkzeugvoreinstellung, für größere Umrüstarbeiten u.ä.

Sehr scharf hiermit kontrastiert Strukturtyp B, den man als qualifikationshomogen bezeichnen könnte:

Hier besteht die Anlagenbesatzung im Idealfalle ausschließlich aus qualifizierten Facharbeitern (im Regelfalle Werkzeugmaschinen-facharbeiter, oft mit einer zusätzlichen Elektronik-Qualifikation), die dann neben der unmittelbaren Systembedienung und Systemführung auch, je nach Arbeitsanfall und Besetzungsdichte, in variierendem Umfange noch Aufgaben übernehmen können, die im Strukturtyp A notwendigerweise ausgelagert sind; durch entsprechende Verteilung dieser zeitlich-partiell vom Fertigungsprozeß entkoppelbaren Aufgaben müßte es im allgemeinen auch möglich sein, außerhalb der normalen Arbeitszeit das System mit stark verdünnter Besatzung zu fahren.

Diese beiden Strukturtypen stellen, wie unmittelbar einsichtig, Extreme dar; Mischformen zwischen beiden sind in der betrieblichen Praxis nicht nur vorstellbar, sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit ganz überwiegend anzutreffen. Aber gerade wegen ihres Extremcharakters erlaubt es die Gegenüberstellung dieser beiden Strukturtypen, einige für meine Überlegungen zentrale Sachverhalte zu verdeutlichen:

(1) Zunächst einmal setzen diese beiden Strukturtypen von Arbeitsorganisation und Personalbesetzung - auf die Bedeutung dieses Sachverhaltes wird weiter unten nochmals einzugehen sein - sehr verschiedene Auslegungen von System- und Maschinensteuerung und insbesondere Mensch-System-Schnittstellen voraus:



Strukturtyp A verlangt eine funktional und topographisch zentralisierte (also z.B. in einem zentralen Leitstand gruppierte) Systemsteuerung und Systemüberwachung. Ihr Gegenstück ist eine detaillierte Bedienerführung und -kontrolle durch das System selbst und/oder den zentralen Leitstand.

Eingriffsstellen in das System (insbesondere zum Werkzeugwechsel und zum Umrüsten von Maschinen sowie Handhabungs- und Transportgeräten) müssen einfach, übersichtlich und mit einem hohen Grad an Narrensicherheit ausgelegt sein.

Mit anderen Worten bedeutet dies, daß das automatisierte Fertigungssystem für die Systembediener im wesentlichen den Charakter eines schwarzen Kastens trägt; Vorrichtungen am System dürfen nur in eindeutig definierten Situationen nach einem streng geregelten Ablaufschema erfolgen, um genau vorgeplante und kontrollierte Veränderungen im Systemzustand herbeizuführen. Dies muß durch entsprechende Vorkehrungen auf der hardware- and software-Seite garantiert sein.

Strukturtyp B hingegen erfordert, um die Potentiale der qualifizierten Belegschaft nutzen zu können:

- o eine stärker dezentralisierte (und entsprechend weniger hierarchisierte) Auslegung der Steuerungssysteme, wobei wenigstens die unteren Ebenen von vielen Stellen im System aus problemlos ansprechbar sein müssen;
- o eine entsprechend intelligente und interaktive, über das System verteilte Peripherie;
- o nicht auf Einzelfunktionen und konkrete Abläufe beschränkte, sondern funktional möglichst offene Interventionsmöglichkeiten in den Systemablauf.

Mit anderen Worten setzt der Strukturtyp B voraus, daß für möglichst alle Mitglieder der Besatzung jeweils wesentliche System-

teile schnell transparent gemacht werden können (also genau nicht den Charakter eines schwarzen Kastens tragen) und daß ohne Schwierigkeiten vielfältige, im einzelnen nicht vorprogrammierbare Änderungen des Systemzustandes von der Systembesatzung herbeigeführt werden können.

(2) Beide Strukturtypen und die ihnen entsprechende Auslegung der Mensch-System-Beziehung sind nur bei einem bestimmten fertigungspolitischen Einsatz voll effizient:

Strukturtyp A erlaubt im Prinzip maximale Betriebszeiten. Allerdings ist außerhalb der Regelarbeitszeiten hohe Verfügbarkeit deshalb nicht immer gesichert, weil die Besatzung zur Störungsbeseitigung zumeist auf systemexterne Dienstleistungen angewiesen ist.

Wenngleich auch beim Strukturtyp A sicherlich eine beträchtliche Fertigungsflexibilität sowohl im Hinblick auf Losgröße wie im Hinblick auf das Werkstückspektrum erreichbar ist, spricht doch vieles dafür, daß dies im allgemeinen (vor allem in bezug auf Werkstückgeometrie, vielleicht aber auch im Hinblick auf Losgröße) nur innerhalb eines "Flexibilitätskorridors" mit starren Begrenzungen möglich ist, innerhalb derer das System problemlos gefahren werden kann, deren Überschreitung jedoch zu einer schlagartigen Erhöhung der Risiken und Kosten führt.

Ähnliches scheint auch für die Qualität zu gelten; im Rahmen des Strukturtyps A ist sehr wohl die Erreichung hoher Qualitätsstandards durch entsprechende technisch-organisatorische Vorkehrungen möglich; Variationen der Qualitätsanforderungen dürften jedoch im Regelfalle wiederum schwer beherrschbare Risiken und Kosten verursachen.

Strukturtyp B wird im Regelfalle wohl nicht maximale Betriebszeit gewährleisten. Allerdings ist hier mit einer durchschnittlich wesentlich höheren Verfügbarkeit innerhalb der Betriebszeit zu rechnen.

Hohe Flexibilität kann hier in einem sehr viel breiteren Spektrum gesichert werden, dessen Grenzen wohl auch offener sind als beim Strukturtyp A; gleiches gilt für die Qualitätsvariabilität.

(3) Betriebswirtschaftliche Rentabilität ist also vor allem zu erwarten:

- o In beiden Fällen, wenn die typenspezifischen Arbeitskräfte - anspruchslose, zu Nachtschicht disponierte und zuverlässige Anlernkräfte bei Strukturtyp A, vielseitig qualifizierte Facharbeiter bei Strukturtyp B - für den jeweiligen Betrieb nicht nur in ausreichender Zahl, sondern auch zu Löhnen verfügbar sind, die nicht den betriebs- bzw. ortsüblichen Rahmen sprengen;
- o darüber hinaus bei Strukturtyp A primär bei hoher Konstanz des Werkstückspektrums (was, wie gezeigt, Flexibilität innerhalb dieses Spektrums nicht ausschließt), während die Vorteile von Strukturtyp B vor allem bei hoher Vielfalt und hoher Innovationsrate der gefertigten Teile zum Tragen kommen.

(4) Aus den genannten Konstellationen ergeben sich dann auch für beide Strukturtypen sehr verschiedene mittel- und langfristige Entwicklungsperspektiven:

Während Strukturtyp A wegen seiner relativ starren Festlegung auf eine bestimmte Betriebsweise und ein bestimmtes Werkstückspektrum allenfalls über größere Umstellungen mit längerer Unterbrechung der Produktion und beträchtlichen Umstellungskosten an neue Anforderungen und Aufgaben angepaßt werden kann, ist von automatisierten Fertigungssystemen, die gemäß dem Strukturtyp B benannt sind, erhebliche Lern- und Anpassungsfähigkeit im Betriebsablauf zu erwarten; gegebenenfalls kann dies sogar Eingriffe in die grundlegende Systemstruktur (z.B. Auswechslung von Bearbeitungsmaschinen oder Ausweitung des Systems) einschließen.

## V. Einige abschließende Bemerkungen: Welchen Handlungsspielraum hat der einzelne Anwender?

---

Bei automatisierten Fertigungssystemen kommt, so habe ich zu zeigen versucht, der Auslegung von Arbeitsorganisation, Personalstruktur und Mensch-System-Schnittstellen eine, wenn man so will, strategische Bedeutung für die optimale wirtschaftliche und technische Nutzung der Investition zu, wobei die jeweils beste Lösung je nach Fertigungsart und Fertigungsweise, Marktstellung und Absatzpolitik notwendigerweise von einem Betrieb zum anderen verschieden ausfallen muß.

In der Praxis sind freilich ganz offensichtlich viele tatsächliche oder potentielle Anwender automatisierter Fertigungssysteme keineswegs in der Lage, das ihren jeweiligen Bedingungen, Bedürfnissen und Zielen entsprechende Optimum zu erreichen, wenn sie überhaupt die Chance wahrnehmen, einen Suchprozeß in die entsprechende Richtung einzuleiten.

Hierfür sind vor allem zwei Tatsachen verantwortlich:

Die eine Tatsache liegt in der faktischen Auslegung der Mensch-System-Schnittstellen, wie sie heute von den Herstellern auf den Markt gebracht werden. Sieht man einmal von der sehr neuen Entwicklung werkstattprogrammierbarer CNC-Steuerungen von Werkzeugmaschinen ab, so besteht kein Zweifel daran, daß in sehr vielen Fällen die auf Steuerung und Bedienung bezogene hardware und software automatisierter Fertigungseinrichtungen den Anwender sehr viel mehr auf eine bestimmte Betriebsweise und damit eine bestimmte Personalbesetzung festlegen, als dies technisch und auch wirtschaftlich notwendig wäre; doch haben auch potente Anwender kaum die finanzielle, personelle und zeitliche Möglichkeit, dies durch geeignete Eigenentwicklungen zu korrigieren. Modularisierte, bei der Bestellung oder auch später gegeneinander austauschbare Bedienelemente, Peripheriebausteine oder Steuerungsoftware-Pakete würden, in ausreichender Vielfalt angeboten, den Systempreis gegenüber, bildlich gesprochen, fest verdrahteten

Lösungen wohl nur unwesentlich erhöhen, aber die Möglichkeit des Anwenders, Arbeitsplatzzuschnitt und Personalbesetzung nach seinen Bedürfnissen auszulegen, stark erweitern.

Hier scheint mir ein Entwicklungsengpaß zu liegen, den möglichst bald auszuweiten eine charakteristische Aufgabe staatlicher Technologieförderung sein sollte.

Die zweite Tatsache liegt auf der Arbeitskräfteseite: Sehr viele Betriebe, die potentielle oder bereits aktuelle Anwender automatisierter Fertigungssysteme sind, haben in den letzten ein oder zwei Jahrzehnten unter dem Druck der Arbeitsmarktlage ihre Fertigung zunehmend auf Anlernkräfte umgestellt. Auch wenn für sie aus vielerlei Gründen beim Einsatz automatisierter Fertigungssysteme eine Lösung sehr viel sinnvoller wäre, die sich dem oben skizzierten Strukturtyp B annähert, sehen sie sich doch sehr großen Schwierigkeiten gegenüber, die hierzu benötigten Facharbeiter überhaupt zu finden und vor allem, sie zur Übernahme einer Tätigkeit im Fertigungsbereich zu bewegen, die noch dazu in mehr oder minder großem Umfange Wechselschicht notwendig macht. So meine ich, daß in vielen Fällen automatisierte Fertigungssysteme entgegen den eigentlichen Interessen des Betriebes gewissermaßen unter Wert gefahren werden, nur weil es dem Betrieb unmöglich erscheint oder tatsächlich unmöglich ist, eine entsprechend qualifizierte Belegschaft zusammenzustellen und - dies darf ja nicht vergessen werden! - auf Dauer am System zu halten.

Ein Ausweg könnte in einer von betrieblichen und überbetrieblichen Stellen getragene Ausbildungspolitik liegen, die nicht nur auf den erst langsam wirksamen und in jedem Falle problematischen Nachschub aus den geburtenstarken Jahrgängen setzt, sondern sehr viel intensiver und breiter als bisher auch das Potential erwachsener angelernter Arbeitskräfte für die Ausbildung zu qualifizierten Industriearbeitern nutzt.



Rainer Schultz-Wild<sup>+</sup>

## Flexible Fertigungssysteme und ihre Einsatzstrukturen - ein Diskussionsüberblick

### Gliederung:

- I. Vorbemerkung
- II. Zur Verbreitung flexibler Fertigungssysteme
- III. Beschäftigung und Arbeitszeit
- IV. Arbeitsteilung und Qualifikationsstruktur
- V. Rekrutierung, Qualifizierung, Arbeitseinsatz

### I. Vorbemerkung

Der folgende Beitrag versucht - unter einigen Stichworten systematisiert -, einen Überblick über wichtige im Rahmen des 5. Sozialwissenschaftlichen Arbeitsgesprächs diskutierte Fragen und Probleme des Einsatzes flexibler Fertigungssysteme zu geben. Dabei werden in vergleichender Perspektive bestimmte Teilinformationen aus den in diesem Band abgedruckten Beiträgen, aus ergänzenden Anmerkungen der Referenten und aus Stellungnahmen anderer Teilnehmer zusammengefaßt, ohne daß damit die Absicht verbunden wäre, die zweitägige Diskussion umfassend und detailliert wiederzugeben. Entsprechend der Thematik der Veranstaltung und der Situation des Einführungsprozesses eines flexiblen Fertigungssystems bei der Fahrradfabrik Friedrichshafen werden in erster Linie Fragen der Arbeitsorganisation, der Anforderungsstruktur und vor allem der Qualifizierung der Belegschaften aufgegriffen.

Zur Ausarbeitung des Beitrags stand neben den Referaten und Tonbandmitschnitten der Diskussionen eine ausführlichere zusammenfassende Notiz über das Arbeitsgespräch zur Verfügung, die uns dankenswerterweise Olivier Bertrand von CEREQ, Paris, zur Auswertung überlassen hat.

---

<sup>+</sup>) Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München.

## II. Zur Verbreitung flexibler Fertigungssysteme

Nachdem Ende der 60er Jahre in den Vereinigten Staaten von Amerika die ersten flexiblen Fertigungssysteme aufgebaut und in Betrieb genommen worden sind, scheint später die Dynamik von Entwicklung und Ausbreitung dieser neuen Fertigungstechnik in Japan sehr viel stärker gewesen zu sein, als in den USA und auch in Europa. Ähnlich wie bei dem früheren Prozeß der Einführung von NC-Maschinen blieb - zumindest in den USA und in Europa - die Verbreitungsgeschwindigkeit der neuen Fertigungstechnik deutlich zurück gegenüber den bei ihrer Erstentwicklung vorherrschenden Erwartungen oder Befürchtungen. Dafür verantwortlich sind neben Problemen der Wirtschaftlichkeit nicht zuletzt die bei solchen komplexen Anlagen recht langen Planungs- und Umsetzungszeiten.

### 1. Übereinstimmende Zielsetzungen

Obwohl sich die bisher bekannten und auch die im Vorstehenden etwas näher beschriebenen flexiblen Fertigungssysteme in einer ganzen Reihe von Dimensionen deutlich unterscheiden (vgl. dazu weiter unten), lassen sich einige Gemeinsamkeiten in Einsatzbereich, Grundfiguration und fertigungspolitischen Zielsetzungen beobachten.

Das Einsatzfeld liegt im Zwischenbereich zwischen der Massenfertigung standardisierter Teile (z.B. auf Transferstraßen) auf der einen Seite und der Einzel- oder Kleinserienfertigung auf unterschiedlichen Werkzeugmaschinen mit freiem, manuellem Produktionsfluß in der Werkstatt auf der anderen Seite. Generelles Konzept ist es, die Vorteile weitgehend automatisierbarer Massenfertigung auch bei kleineren bis mittleren Losgrößen zu erreichen und dabei die Flexibilität der traditionellen Einzel- oder Kleinserienfertigung zu erhalten oder sogar noch zu erhöhen.

Diese Flexibilität soll sich durch die Verbindung der drei Grundelemente flexibler Fertigungssysteme ergeben, nämlich



- o einer variablen Anzahl von prinzipiell voneinander unabhängig einsetzbaren Werkzeugmaschinen, Handhabungsgeräten, Qualitätskontrollstationen;
- o eines mehr oder minder vollständig automatisierten Lager- und Transportsystems für Werkstücke und teilweise auch für Werkzeuge;
- o sowie eines Steuersystems, das die Abläufe innerhalb des Systems überwacht und koordiniert und das System mit der übrigen Fertigung des Betriebs verbindet.

Wichtige gemeinsame Zielsetzungen des Einsatzes flexibler Fertigungssysteme sind

- o die Beschleunigung des Produktionsablaufs durch Reduzierung der in der traditionellen Fertigung meist sehr langen Liegezeiten der zu bearbeitenden Teile;
- o raschere Reaktionsfähigkeit auf Marktschwankungen bzw. Kundenwünsche durch Flexibilität im Hinblick auf Produktionsmenge und Produktspezifikationen;
- o Verminderung des durch lange Durchlaufzeiten in der Fertigung gebundenen Kapitals;
- o Verbesserungen der Arbeitsbedingungen durch Verminderung von körperlichen Belastungen (Hebearbeiten), Monotonie und Unfallgefahren.

In einem japanischen Unternehmen wurde als zusätzliches Motiv für die Einführung eines flexiblen Fertigungssystems Arbeitskräftetechnappheit benannt, - ein Faktor, der zwar angesichts der heute in den westlichen Industrieländern vorherrschenden Arbeitsmarktsituation allgemein kein erhebliches Gewicht haben dürfte, dennoch im Hinblick auf den Einsatz bestimmter Arbeitskräftegruppen und die Probleme der Schicht- bzw. Nachtschichtarbeit nach wie vor von Bedeutung sein kann.

Für die meisten der in Japan besuchten flexiblen Fertigungssysteme gilt ebenso wie für die Projekte in Frankreich und bei der Zahnradfabrik Friedrichshafen, daß die Unternehmen mit der Einführung nicht nur Interessen der Rationalisierung ihres eigenen Produktionsapparates verbinden, sondern auch als Hersteller ihre Marktposition zu verbessern suchen. In dieser Situation stellen die flexiblen Fertigungssysteme gleichzeitig ein Experimentierfeld für die Einsatzmöglichkeiten eigener Erzeugnisse und ein Demonstrationsobjekt für potentielle Kunden dar. Dieser Aspekt darf bei einer Bewertung der technischen Auslegung der Systeme wie auch ihrer Wirtschaftlichkeit nicht aus dem Auge verloren werden.

## 2. Probleme der Wirtschaftlichkeit

Als Erklärung für die hinter den Erwartungen zurückbleibende Verbreitungsgeschwindigkeit flexibler Fertigungssysteme in den USA wurde die These einer unzureichenden Rentabilität der im allgemeinen recht hohen Investitionen aufgestellt. Eine wesentliche Rolle spielt dabei ein zu niedriger Nutzungsgrad des Gesamtsystems, der sich vor allem daraus ergibt, daß die Störanfälligkeit automatisierter komplexer Systeme dann besonders hoch ist, wenn der Ausfall einzelner Elemente - sei er technisch bedingt oder auch durch fehlerhaftes Bedienen durch die Arbeitskräfte - zu einer Engpaßsituation oder gar zum Stillstand des Gesamtsystems führt.

Aus Japan und auch aus den in Frankreich geplanten bzw. im Aufbau befindlichen Systemen wird dagegen von tatsächlicher oder erwarteter hoher Wirtschaftlichkeit berichtet. Gestützt auf die Erfahrungen aus der Untersuchung über den Einsatz flexibler Fertigungssysteme in der Bundesrepublik Deutschland, über die Dostal berichtet, ist hier eher eine skeptische Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der neuen Fertigungstechnik vorherrschend. In den wenigen bisher voll verwirklichten Projekten stand die Realisierbarkeit der neuen Technik gegenüber dem Problem der Wirtschaftlichkeit des betrieblichen Einsatzes im Vordergrund. Auch bei dem erst im Probelauf befindlichen FFS der Zahnradfabrik Fried-

richshafen ist die Frage der Wirtschaftlichkeit noch nicht ausreichend geklärt.

Für den Prozeß der weiteren Verbreitung flexibler Fertigungssysteme erhält das Problem der Wirtschaftlichkeit gegenüber den bisher realisierten Pilotprojekten eine sehr viel größere Bedeutung. Die Frage ist, in wieweit durch Standardisierung und bessere gegenseitige Abstimmung der einzelnen Bearbeitungs-, Handhabungs- und Transportkomponenten wie auch der bisher "handgestrickten" Informationssysteme eine Kostenreduzierung und eine Verminderung des Planungsaufwands erreicht werden können.

Daneben besteht nach wie vor das Problem hoher Unsicherheit der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung bei komplexen Anlagen, durch die sich die traditionelle Fertigungsstruktur entscheidend ändert. Bisher fehlen allgemein anerkannte Methoden des Wirtschaftlichkeitsnachweises, nicht zuletzt aufgrund von Quantifizierungsproblemen bei bestimmten Faktoren, wie etwa einer raschen Reaktionsfähigkeit der Produktion auf veränderte Kundenwünsche.

### 3. Verschiedenartigkeit der Einzellösungen

Trotz der weiter oben skizzierten weitgehenden Übereinstimmung der allgemeinen Zielsetzungen der Einführung flexibler Fertigungssysteme, sind die unter diesem Begriff bisher realisierten Anlagen nach Auslegung und technischem Entwicklungsniveau außerordentlich verschieden. Für diese Vielfalt der Einzellösungen spielen neben den unterschiedlichen Zeitpunkten der Realisierung und der damit verbundenen unterschiedlichen Verfügbarkeit bestimmter technischer Lösungen und den unterschiedlichen Herstellerinteressen an der Erprobung bestimmter Systemkomponenten natürlich in erster Linie die Unterschiede in den jeweiligen Produktionsbedingungen eine wichtige Rolle:

(a) Seriengröße und Breite des Teilespektrums: In dem bekannten Schema (vgl. Looman in diesem Band), das die Lage flexibler Fertigungssysteme bezüglich dieser beiden Parameter angibt, liegt etwa das System von Bouthéon näher bei der Großserienfertigung

(so daß die Alternative im Einsatz von Transferstraßen bestanden hätte), während das von Citroën geplante System größere Nähe zur Einzelfertigung aufweist (so daß die Alternative in einer Werkstattfertigung mit NC-Maschinen bestanden hätte). Eine ähnliche Unterscheidung ließe sich auch bezüglich der japanischen oder der beiden von Dostal miteinander verglichenen flexiblen Fertigungssysteme A und B in der Bundesrepublik treffen.

(b) Volumen und Gewicht der zu bearbeitenden Teile: Während in dem von Gerwin untersuchten amerikanischen System von Kearney und Trecker große Gehäuseteile mit bis zu über einer Tonne Gewicht bearbeitet werden, geht es im Fall Toshiba Tungaloy um recht kleine Teile, die meist weniger als ein Kilogramm wiegen. Dieser Faktor ist u.a. bedeutsam für die Automatisierung der Werkstückhandhabung, die bei den meisten Systemen im Zentrum des Interesses steht, aber auch - wie bei Toshiba Tungaloy - zumindest zunächst noch als manuelle Tätigkeit verbleiben kann. Die Werkstückabmessungen beeinflussen überdies den benötigten Lagerraum und damit die Möglichkeiten, das System teilweise im mannlosen Betrieb zu fahren.

(c) Art und Geometrie der Werkstücke: Dieser Faktor bestimmt Art und Ablauf der Verarbeitungsprozesse, die einzusetzenden Werkzeugmaschinen, die Bearbeitungszeit sowie die Freiheitsgrade in der Reihenfolge der Arbeitsgänge. Während das flexible Fertigungssystem der ZF für rotationssymmetrische Teile mit großer Bedeutung von Drehoperationen ausgelegt ist, werden in den anderen dargestellten Systemen vor allem prismatische Teile fräsend bearbeitet. Das System der ZF besteht aus einer Kombination sich ersetzender und sich ergänzender Werkzeugmaschinen, wobei die Werkstücke an den relativ spezialisierten Werkzeugmaschinen in der Regel nur ein oder zwei Arbeitsgänge durchlaufen, während etwa in dem beschriebenen amerikanischen System an den Bearbeitungszentren umfangreichere Arbeitsfolgen am Werkstück stattfinden. Dies wiederum hat Konsequenzen für die Art des Transportsystems und die Komplexität der hierbei zu bewältigenden Steuerungsaufgaben. Die Bearbeitungszeit an den Einzelmaschinen bzw. im System insgesamt beeinflußt wiederum die Möglichkeiten eines mannlosen Betriebs.

Als Ergebnis all dieser Faktoren sind Systeme mit im einzelnen sehr verschiedener Konzeptionen zu beobachten, die zur Lösung ganz verschiedener Produktionsprobleme eingesetzt werden (z.B. Toshiba Tungaloy gegenüber dem FFS von Fujitsu Fanuc). Desgleichen sind jedoch auch Systeme relativ ähnlicher Konzeption anzutreffen, die für recht verschiedene Zwecke eingesetzt werden sollen (z.B. Renault versus Citroën).

Gerade letzteres verweist darauf, daß die Unterschiede in Konzeption und Auslegung der beobachteten flexiblen Fertigungssysteme und ihrer Betriebsweise nicht nur mit den unterschiedlichen produktionstechnischen Bedingungen in den verschiedenen Ländern und Unternehmen zusammenhängen, sondern auch Unterschiede im sozialen und institutionellen Kontext, in der industriellen Tradition usf. reflektieren. So spricht z.B. manches dafür, daß sich die japanischen Systeme vor allem durch eine pragmatische Kombination verfügbarer Technik mit dem Ziel maximaler Effizienz zu geringsten Kosten charakterisieren, während zumindest die neueren europäischen Pilotanlagen eher durch den Einsatz möglichst moderner Fertigungstechnik gekennzeichnet sind. Hinweise gibt es jedoch nicht nur auf länderspezifisch unterschiedliche "Automatisierungsphilosophien"; auch innerhalb eines Landes können zwischen verschiedenen Unternehmen entsprechend unterschiedlicher inner- und außerbetrieblicher Randbedingungen erhebliche Differenzen in Konzeption, Betriebsweise und technischen Lösungen auftreten. Solche Unterschiede zeigen sich auch gerade bei der Art des Arbeitskräfteeinsatzes, worauf im folgenden noch näher eingegangen werden soll.

### III. Beschäftigung und Arbeitszeit

#### 1. Zum Problem der Ermittlung von Freisetzungseffekten

Die Gegenüberstellung der verschiedenen verfügbaren Informationen macht deutlich, wie außerordentlich schwierig es ist, die Auswirkung flexibler Fertigungssysteme auf die Beschäftigung einigermaßen verlässlich abzuschätzen. Dies gilt sowohl für Versuche ei-

nes "Vorher-Nachher-Vergleichs", bei dem der Arbeitskräfteeinsatz bei der traditionellen Fertigung eines Betriebs und bei der Produktion mit einer neuen Anlage miteinander verglichen werden, als auch für Bemühungen, den Umfang des Personaleinsatzes eines realisierten flexiblen Fertigungssystems mit dem angenommenen Personalbedarf einer nicht verwirklichten alternativen technischen Lösung (z.B. Transferstraße oder nicht miteinander verkettete Bearbeitungszentren) in Beziehung zu setzen. Noch größer sind die Schwierigkeiten eines Produktivitätsvergleichs zwischen verschiedenartigen flexiblen Fertigungssystemen in verschiedenen Betrieben oder gar Ländern.

Aufgrund der hohen Komplexität der Systeme, der langen Planungs- und Realisierungszeiträume, der oft mit der Investition einhergehenden Veränderungen am Produkt etc. sperrt sich die Realität gegenüber Versuchen des Vergleichs bei stabilen oder zumindest exakt kontrollierbaren Randbedingungen. Während die tatsächlichen Personalbewegungen im Zusammenhang mit einer Neuinvestition prinzipiell noch relativ einfach zu beobachten sind (allerdings fehlen bei den hier betrachteten Fällen oft die entsprechenden Informationen), erfordert die Abschätzung von Produktivitätsfortschritten bzw. theoretischen Freisetzungseffekten die Beachtung einer Reihe von Faktoren:

- o Neben der allgemeinen Beschäftigungsentwicklung eines Unternehmens ist von Bedeutung, ob das neu eingeführte flexible Fertigungssystem eher den Charakter einer Ersatz- oder den einer Erweiterungsinvestition trägt. Letzteres ist z.B. bei Renault beabsichtigt, wo auf dem flexiblen Fertigungssystem bisher importierte Produkte hergestellt werden sollen, so daß eine Zunahme des Beschäftigungsvolumens zu erwarten ist (und andererseits betriebsinterne Vergleichsmöglichkeiten mit der traditionellen Fertigung problematisch sind).
- o Wie bereits angedeutet, sind jeweils die Alternativen von Bedeutung, denen ein flexibles Fertigungssystem gegenübergestellt werden soll. So wird etwa bei Citroën oder bei der Zahnradfabrik Friedrichshafen die Ersetzung eines Teils der traditionel-

len mechanischen Werkstätte durch ein FFS andere Beschäftigungseffekte haben als die Inbetriebnahme der neuen Anlagen bei Renault, wo die theoretische Alternative in automatisierten (und wenig Personal beanspruchenden), allerdings weniger flexiblen Transferstraßen bestanden hätte.

- o Selbst wenn man in diesem Zusammenhang von schwer zu gewichtenden Faktoren absieht, wie etwa der Erhöhung der Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke durch die Fertigung, besteht bei diesen komplexen Anlagen fast immer das Problem, daß aufgrund unterschiedlicher Arbeitsteilungs- und Leistungsstrukturen die Vergleichsleistung in der traditionellen oder einer simulierten alternativen Fertigung nicht einwandfrei bestimmt werden kann - etwa weil auch Produktänderungen vorgenommen werden. Dies gilt natürlich noch mehr für Neuinvestitionen oder zwischenbetriebliche Vergleiche.
- o Schließlich ist zu unterscheiden zwischen der unmittelbar in der Fertigung eingesetzten Besatzung, deren Größe in einem FFS im allgemeinen gering und niedriger als bei den meisten technischen Alternativen ist, und der mittelbar betroffenen Belegschaft (in Funktionen wie Programmieren, Instandhalten, Arbeitsvorbereitung, Fertigungssteuerung etc.), deren Aufgabenvolumen möglicherweise wächst. Je nach dem, ob diese indirekt betroffenen Beschäftigten, deren Beanspruchungsgrad durch das flexible Fertigungssystem bzw. durch die traditionelle oder alternative Vergleichsfertigung im allgemeinen schwer kalkulierbar ist, mit berücksichtigt sind oder nicht, können sich recht unterschiedliche Beschäftigungseffekte ermitteln lassen.

Soweit aus den beobachteten flexiblen Fertigungssystemen Informationen vorliegen, scheinen mit ihrer Einführung - trotz teilweise hoher theoretischer Freisetzungseffekte - bisher keine dramatischen Veränderungen im Beschäftigungsvolumen der betreffenden Unternehmen verbunden gewesen zu sein. Dazu trägt sicher bei, daß bisher praktisch ausschließlich Großunternehmen solche Anlagen eingesetzt haben und davon dann jeweils nur eine vergleichsweise geringe Zahl von Arbeitskräften betroffen war.

Die in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführte Untersuchung (vgl. Dostal u.a. 1982) schätzt den Freisetzungseffekt in der gesamten metallverarbeitenden Industrie mit ihren derzeit über 4 Millionen Beschäftigten bis 1990 auf etwa 1000 bis 3000 Arbeitsplätze bei einem Vergleich mit unverketteten NC-Werkzeugmaschinen, bzw. auf 2500 bis 7500 Arbeitsplätze bei einem Vergleich mit konventionellen Werkzeugmaschinen. Isoliert betrachtet, d.h. unabhängig von anderen parallel verlaufenden Rationalisierungs- und Automatisierungstendenzen, erscheint dieser Freisetzungseffekt als recht gering.

Im Rahmen des Projekts der Zahnradfabrik Friedrichshafen versucht das ISF den theoretischen Freisetzungseffekt des flexiblen Fertigungssystems gegenüber der dortigen traditionellen Werkstattfertigung durch eine Analyse des Arbeitsaufwands für die Teileproduktion möglichst exakt zu erfassen; vorläufige Ergebnisse bestätigen die in anderen Systemen gemachten Beobachtungen; eine abschließende Bilanzierung ist derzeit allerdings noch nicht möglich, da über die Leistungsfähigkeit der neuen Anlage noch keine Erfahrungsdaten vorliegen. Außerdem ist die Problematik von Freisetzungseffekten entscheidend abhängig von anderen Entwicklungen im betrieblichen Umfeld der neuen Anlage, wie etwa der Auftragslage und Absatzmarktsituation.

## 2. Das Problem der Schichtarbeit

Flexible Fertigungssysteme gehören aufgrund der hohen Investitionskosten zu jenen Anlagen, bei denen aus betriebswirtschaftlichen Gründen besonderer Druck in Richtung auf möglichst hohe Betriebs- und Nutzungszeiten entsteht. Gleichzeitig sind flexible Fertigungssysteme vom Grundkonzept her - wenn auch nicht in allen bisher beobachteten konkreten Ausführungen - dafür geeignet, auch im "mannlosen Betrieb" oder in "Geisterschicht" eingesetzt zu werden, so daß ein Fertigungsbetrieb über die jeweiligen betriebsüblichen Schichtzeiten hinaus nicht notwendig eine Ausweitung der Schichtarbeit für die Belegschaften bedeuten muß. Gleichzeitig erhöht ein Systemlauf mit stark verdünnter oder Null-Besatzung in der Nachtschicht natürlich die Arbeitsproduktivität bzw. die



quantitativen Beschäftigungseffekte und wird auch Rückwirkungen auf die Arbeitsbedingungen der in den Tagschichten eingesetzten Arbeitskräfte haben.

Ähnlich wie bei der technischen Auslegung der flexiblen Fertigungssysteme - und teilweise damit zusammenhängend - sind die beobachteten Verhältnisse von Nutzungszeit und Schichteinsatz sehr unterschiedlich.

In Japan ist man offensichtlich systematisch bestrebt, flexible Fertigungssysteme - mit zwei oder sogar nur einer Schichtbesatzung - möglichst lange auch im mannlosen Betrieb funktionieren zu lassen. Dies schließt durchaus ein, daß bei mannlosem Betrieb auf maximale Ausnutzung der technischen Kapazität verzichtet wird; die Bearbeitungsgeschwindigkeit ist im Regelfalle niedrig und die Maschinen bleiben stehen, wenn der Werkstückvorrat erschöpft ist oder wenn eine Störung auftritt.

Bei der Zahnradfabrik Friedrichshafen wird derzeit von der Übertragung des werksüblichen Zweischichtbetriebs auf das flexible Fertigungssystem ausgegangen, d.h. es soll zwei in Wechselschicht arbeitende Systembesatzungen geben. Von Konzeption und Auslegung der Anlage her gesehen und bei erprobter ausreichender Zuverlässigkeit scheint prinzipiell auch ein mannloser Nachtschichtbetrieb möglich; bisher liegen jedoch noch keine ausreichenden Betriebserfahrungen vor und die werksinterne Diskussion über das Problem "Geisterschicht" ist noch nicht abgeschlossen.

In Frankreich ist in einem Fall (Citroën) ein nahezu mannloser Nachtschichtbetrieb eingeplant, während das flexible Fertigungssystem von Renault dreischichtig mit drei vollen Bedienungsmannschaften läuft; offensichtlich wurde dort eine mannlose Betriebsweise während der Nachtschicht nicht ins Auge gefaßt.

Wiederum sind es eine Reihe von Faktoren, die für die Erklärung der unterschiedlichen Vorgehensweisen von Bedeutung sein können:

- o Zunächst spielen sicherlich der technische Entwicklungsstand, die Auslegung des Systems und die Zuverlässigkeit seiner Einzelkomponenten eine wichtige Rolle; so verhindert beispielsweise ein fehlendes automatisiertes Transportsystem (wie im Fall Toshiba Tungaloy) einen ausgedehnten mannlosen Betrieb; auch ist dieser in den relativ langen Erprobungsphasen der Systeme nicht sinnvoll.
- o Von Einfluß sind bestimmte Charakteristiken der Werkstücke und des Bearbeitungsprozesses; so sind etwa die bearbeiteten Teile bei Renault recht großvolumig, so daß die für mannlosen Betrieb notwendige Lagerhaltung sehr aufwendig wäre und sehr viel Raum beanspruchen würde, während bei Citroën für die dort etwas kleineren Teile entsprechende Zwischenlager vorgesehen sind.
- o Von Bedeutung sind auch die betrieblichen, tarifvertraglichen und/oder gesetzlichen Bedingungen des Arbeitskräfteeinsatzes sowie Probleme der Verfügbarkeit von Arbeitskräften; so sind die Kosten für Nachtschichtarbeit in Japan besonders hoch, was mannlosen oder mit stark verdünnter Besatzung arbeitenden Nachtbetrieb nahelegt. Für den Unterschied zwischen Renault und Citroën könnte wichtig sein, daß das eine Werk in der Provinz liegt, wo die Verfügbarkeit von Arbeitskräften für Nachtschichtarbeit vermutlich höher ist, als am Standort des anderen Werkes im Großraum Paris.

Schließlich könnten unterschiedliche Konzeptionen der Rentabilitätsberechnung, spezifische Unternehmensstrategien und die jeweilige Stellung des FFS im Rahmen der Gesamtfertigung eines Unternehmens eine Rolle spielen, da im Zusammenhang damit Momente wie hohe Maschinenauslastung, hohe Qualität und Variabilität des Ausstoßes, maximale Kapazitätsnutzung etc. eine unterschiedliche Gewichtung erfahren.

Die angedeuteten Zusammenhänge zeigen, daß derzeit die Frage, ob durch eine weitere Ausbreitung flexibler Fertigungssysteme eher Tendenzen der Ausweitung oder solche der Abnahme von Nachtschichtarbeit gefördert werden, nicht schlüssig beantwortet werden kann.

Hervorzuheben ist allerdings, daß flexible Fertigungssysteme im Prinzip - wenn auch nicht unter allen derzeit gegebenen Bedingungen - eine partielle zeitliche Entkoppelung von Produktionsprozeß und Einsatz menschlicher Arbeitskraft erlauben. Die bisher konfligierenden Interessen an maximaler Maschinennutzung und Verminderung bzw. Vermeidung von Nacharbeit könnten damit besser als bisher miteinander vereinbar werden, allerdings mit entsprechenden Konsequenzen für den Beschäftigtenbedarf.

#### IV. Arbeitsteilung und Qualifikationsstruktur

Die Strukturen von Arbeitsteilung und Qualifikation beim Einsatz flexibler Fertigungssysteme bestimmen sich offensichtlich aus einem Geflecht technischer Charakteristiken des jeweiligen Produktionsprozesses und der Systemauslegung, unternehmensspezifischer Arbeitsmarktbedingungen und Regelungen des Arbeitskräfteeinsatzes wie aus zwischen den Ländern unterschiedlichen Systemen der Ausbildung für Industriearbeit. Einheitliche Strukturen von Arbeitsteilung und Qualifikation der Bedienungsmannschaften sind daher kaum zu erwarten. Dennoch gibt es einige Gemeinsamkeiten:

- o Bei den meisten Systemen stellt sich die Frage der Neukonzipierung der Arbeitsteilung nicht nur bezogen auf die Aufgabenverteilung innerhalb der dem System zugeordneten Bedienmannschaft, sondern auch zwischen der Fertigung im engeren Sinne und den traditionell meist eigenständig organisierten "fertigungsnahen Dienstleistungen", wie Arbeitsvorbereitung, Fertigungssteuerung, Instandhaltung etc. In unterschiedlichem Maße werden Arbeitsaufgaben aus diesen Funktionsbereichen in das Tätigkeitsfeld der Bedienmannschaften integriert.
- o Die meisten flexiblen Fertigungssysteme bezwecken insbesondere die Automatisierung der Werkstückhandhabung und des Transports, was gegenüber der traditionellen Einzelfertigung zum Wegfall routinisierter, relativ anspruchsloser und - bei kurzen Zykluszeiten und/oder mittleren Teilgewichten - belastender Tätigkeiten führt.

- o Da die flexiblen Fertigungssysteme mit relativ kleinen Fertigungsmannschaften und ohne notwendige enge Bindung einzelner Arbeitskräfte an bestimmte Maschinen arbeiten, erhalten betriebliche Interessen an der gegenseitigen Austauschbarkeit von Besatzungsmitgliedern erhöhte Bedeutung.

Versucht man die in den hier besprochenen flexiblen Fertigungssystemen beobachteten Arbeitsteilungsprinzipien und -strukturen zu resümieren, so ergeben sich vereinfachend die folgenden Feststellungen:

- o Eine recht ausgeprägte und starre Arbeitsteilung zwischen Palettierer, Maschinenbediener, Einrichter, Instandhaltungspersonal und Schichtführer findet sich in dem vorgestellten amerikanischen FFS.
- o Ähnlich stark differenziert ist die Arbeitsteilung in einem der beiden von Dostal referierten Untersuchungsfälle (System A), während an der anderen näher untersuchten Anlage nur drei Arbeitsplatztypen - Leitstandführer, Maschinenbediener und Palettierer - unterschieden werden.
- o Bei dem derzeit bei der ZF aufgebauten System soll trotz recht unterschiedlicher Werkzeugmaschinen für Dreh-, Fräs-, Bohr-, Räumarbeiten etc. ein einheitlicher Arbeitsplatz für Maschinenbediener mit festgelegter Rotation gestaltet werden, wobei derzeit noch offen ist, inwieweit auch die Be- und Entladetätigkeit sowie die Funktionen des Schichtführers einbezogen oder als eigene Tätigkeiten ausgegliedert werden sollen.
- o Ähnlich wie in der Bundesrepublik bestehen auch zwischen den beiden beschriebenen französischen Systemen Unterschiede in der Arbeitsteilung: das Projekt von Citroën sieht starke Arbeitsteilung zwischen Arbeitskräften verschiedener Qualifikation vor, während das System von Renault in Richtung auf Polyvalenz an Qualifikation und Verantwortung konzipiert wurde.

- o In Japan ist die zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils bestehende Arbeitsteilung insofern von geringerer Bedeutung, als sie durch eine weitreichende Rotation der Arbeitskräfte zwischen den verschiedenen Positionen und durch beträchtliche Möglichkeiten beruflicher Entwicklung kompensiert wird, was wiederum durch das hohe Bildungsniveau aller Beschäftigten und das erhebliche Gewicht ständiger Weiterbildung gestützt wird. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, daß offensichtlich in Japan z.B. auch Rotation zwischen Programmierern und Systembedienern besteht.

Diese Unterschiede in den beobachtbaren Arbeitsteilungsstrukturen innerhalb der Bedienmannschaften und in der Abgrenzung ihres Aufgabenfelds zum übrigen Betrieb lassen sich teilweise auf technische Charakteristiken der Produktionsprozesse und Systemauslegung zurückführen.

- o Geometrie und Größe der Werkstücke bestimmen Bedeutung und Schwierigkeitsgrad der Werkstückeingabe; bisher sind die meisten flexiblen Fertigungssysteme für prismatische Teile aufgebaut worden, die sehr sorgfältig auf einem Werkstückträger ausgerichtet und gespannt werden müssen. Dagegen ist die Werkstückeingabe im FFS für rotationssymmetrische Teile der ZF eine vergleichsweise einfache und wenig aufwendige Aufgabe des Positionierens auf dem Werkstückträger.
- o Umfang und Schwierigkeit der Einstellarbeiten und Programmanpassung an den einzelnen Maschinen hängen ab von der Vielfalt und Komplexität der Werkstücke, der Häufigkeit der Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke und dem erreichten Automatisierungsgrad (z.B. bei Werkzeugwechsel). Auch die Ähnlichkeit oder Unterschiedlichkeit der in das FFS integrierten Werkzeugmaschinen spielt eine Rolle.
- o Schließlich sind auch die Aufgaben des Programmierens oder Programmoptimierens, der Ablaufsteuerung in Abhängigkeit vom übergeordneten Steuerungssystem des Betriebs, der Wartung und In-

standhaltung sowie der Qualitätskontrolle nicht unabhängig von der verfügbaren Maschinen- und Informationstechnik zu sehen.

Solche und ähnliche unterschiedliche technische Bedingungen können jedoch die beobachtbaren Differenzen in den Arbeitsteilungs- und Qualifikationsstrukturen nicht ausreichend erklären. Offensichtlich spielen auch länder- und unternehmensspezifische Prinzipien und Traditionen der Organisation von Industriearbeit eine wichtige Rolle. Dabei weisen die skizzierten Beobachtungen darauf hin, daß nicht nur der jeweilige nationale Kontext mit seinen typischen Strukturen von Ausbildung und Qualifikation von Bedeutung ist, sondern auch die darauf bezogenen betrieblichen Politiken auf dem Hintergrund der je entwickelten Arbeitsplatz- und Qualifikationsstrukturen in der übrigen Fertigung der Unternehmen von Einfluß sind.

So zeigt die Vergleichsuntersuchung in der deutschen Industrie, daß sich die vorgefundenen unterschiedlichen Arbeitsteilungsstrukturen an den flexiblen Fertigungssystemen nicht so sehr durch technische Systemunterschiede ergeben, sondern eher erklärt werden können als weitgehende Anpassung an die in der übrigen Fertigung dieser Werke üblichen Gegebenheiten. Im einen Fall sind diese durch hohe Arbeitsteiligkeit einer Großserienfertigung gekennzeichnet (und die Alternative zum FFS hätte hier in einer Transferstraße bestanden), während im anderen Fall in der traditionellen Fertigung Werkstücke zu einem höheren Grad an NC-Maschinen komplett bearbeitet werden (und das FFS von Anfang an als einzige Möglichkeit der Automatisierung dieser Art von Fertigung galt).

Bei den beiden französischen Fällen findet sich nur in einem eine solche Anpassungspolitik an die in der übrigen Fertigung vorherrschenden Verhältnisse, nämlich die für die Großserienfertigung übliche starke Arbeitsteiligkeit bei Citroën. Die Politik von Renault mit ihrer Ausrichtung auf geringe Arbeitsteilung, vielfältige Einsetzbarkeit und hohe Qualifikation der FFS-Mannschaft bedeutet dagegen einen Bruch mit den auch dort bisher vorherrschenden Verhältnissen in der Großserienproduktion. Die Palettierstätigkeit einerseits und die Einstell- und Überwachungstätigkeit an

den Werkzeugmaschinen andererseits sind zwar zu verschiedenen Arbeitsplätzen zusammengefaßt, es wird jedoch zumindest partielle Austauschbarkeit des Personals zwischen diesen Funktionen angestrebt. Die Erfahrungen sind allerdings noch zu kurz, um zu beurteilen, ob sich die Unterschiede in den Qualifikationsanforderungen nicht doch in einer dauerhaften Arbeitsteilung niederschlagen werden. Das ZF-Beispiel ist in mancher Beziehung diesem Fall ähnlich, da auch hier betriebspolitisch eine Abkehr von bisher dominanten Strukturen ausgeprägter Arbeitsteilung bei Einsatz von angelernten Arbeitskräften versucht wird und die Frage der Stabilität der Struktur im FFS mit geringem Arbeitsteilungsgrad und hohem Qualifikationsniveau noch nicht beantwortet werden kann.

#### V. Rekrutierung, Qualifizierung, Arbeitseinsatz

Die Probleme von Arbeitsteilung und Qualifikationsstruktur beim Betrieb von flexiblen Fertigungssystemen stehen in engem Zusammenhang mit den üblichen Verfahren der Rekrutierung der Bediennschaften und ihrer Qualifizierung für die neuen Tätigkeiten.

##### 1. Innerbetriebliche Rekrutierung

Soweit dazu nähere Informationen vorliegen, läßt sich behaupten, daß das dominante Muster der Rekrutierung des Bedienungspersonals für die flexiblen Fertigungssysteme - unabhängig davon, welche Arbeitsteilungs- und Qualifikationsstrukturen vorgesehen sind - in der innerbetrieblichen Auswahl und anschließenden Versetzung bereits mehr oder weniger lange im Betrieb beschäftigter Arbeitskräfte besteht. Zwar gibt es meist keine systematischen Informationen über die Herkunft der an den neuen Anlagen eingesetzten Arbeitskräfte, jedoch dürfte eine direkte Rekrutierung vom externen Arbeitsmarkt generell eher die Ausnahme sein.

Ein weiteres gemeinsames Charakteristikum des Vorgehens dürfte sein, daß bei der Besetzung der neuen Anlagen eine recht gezielte Auswahl möglichst gut qualifizierter und qualifizierbarer, meist jüngerer und mobiler Arbeitskräfte vorgenommen wird und nicht ein-

fach diejenigen Arbeitskräfte in das flexible Fertigungssystem übernommen werden, deren Arbeitsplatz möglicherweise durch die neue Anlage überflüssig wird. Dies läßt sich für den Fall der Zahnradfabrik Friedrichshafen detailliert nachweisen, wo für die Bedienung der neuen Anlage weitgehend andere Arbeitskräfte vorgesehen sind, als die bisher in der traditionellen Fertigung zur Bearbeitung der gleichen Teile in mehr oder weniger großem Umfang eingesetzten.

Im einzelnen dürften die Auswahlkriterien durchaus unterschiedlich sein, je nach den ländertypischen Ausbildungsabschlüssen, den im Betrieb verfügbaren Qualifikationsgruppen, der anvisierten Arbeitsteilung und Anforderungsstruktur usw.. Unterschiede treten sicherlich auch auf zwischen der Rekrutierung einer Erstmannschaft bei der Einführung eines neuen Systems und einer Nachrekrutierung zu Zeitpunkten, zu denen die Anlage ihre "Kinderkrankheiten" überwunden hat und die Fertigung zur alltäglichen Routine geworden ist. Wegen der besonderen Anforderungen des Einführungsprozesses werden hier in der Regel schärfere Selektionskriterien gesetzt, als dies in späteren Phasen der Fall zu sein braucht. Dabei wurde in den französischen und deutschen Fällen beobachtet, daß bei der Auswahl nicht so sehr formale Qualifikationsnachweise von Bedeutung sind, sondern vielmehr einschlägige berufliche Vorerfahrungen, Motivation, Mobilitäts- und Lernbereitschaft im Vordergrund stehen. Gerade für die Einführungsphase, die ja auch besondere Lernchancen bietet, werden solche Eigenschaften hoch bewertet. Dies mag mit ein Grund für die Bevorzugung der innerbetrieblichen Rekrutierung sein, die im übrigen eine Integration der neuen Anlage in die je gegebene Fertigungsstruktur erleichtert und zumeist auch die personalpolitische Funktion erfüllt, bestimmten Arbeitskräften gewisse Aufstiegschancen anbieten zu können.

## 2. Qualifizierung für die neue Tätigkeit

Mit der Auswahl möglichst gut vorqualifizierter Arbeitskräfte und ihrem Einsatz bei Aufbau und Inbetriebnahme der neuen Systeme sind häufig bereits die wichtigsten Schritte der Qualifizierung für die neuen Tätigkeiten eingeleitet. Da sich der Aufbauprozeß bei so



komplexen Anlagen in der Regel über mehrere Monate, wenn nicht Jahre hinzieht, in diesem Zeitraum der sonst in der Fertigung übliche (und bei Versetzungen an bestehende Maschinen oder Anlagen schnell wirksam werdende) Produktionsdruck entfällt, gleichzeitig mehr oder weniger ständig Fachpersonal der eigenen Firma und/oder der Hersteller der Systemkomponenten verfügbar ist, ergeben sich hier vergleichsweise günstige Chancen, sich die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten anzueignen.

Dabei hängt der dauerhafte Erfolg dieses Qualifizierungsprozesses allerdings davon ab, inwieweit er auf der Basis gesicherter technischer Grundkenntnisse abläuft, wie sie etwa beim deutschen Facharbeiter vorausgesetzt werden können, oder auf der Ebene eher oberflächlichen Anlernens verbleibt.

In den Fällen, in denen einerseits eine relativ homogene Qualifikationsstruktur auf hohem Niveau mit hoher Austauschbarkeit der Arbeitskräfte angestrebt wird, andererseits auch oder ausschließlich Angelernte in die Bedienmannschaft aufgenommen worden sind, wird daher die skizzierte "naturwüchsige" Form der Qualifizierung im Einführungsprozeß ergänzt durch systematische, technisches Grundwissen vermittelnde Formen betrieblicher Weiterbildung. Besonders ausgeprägt gilt dies für die Fälle von Renault und der Zahnradfabrik Friedrichshafen, aber auch in Japan findet sich diese Art des Vorgehens etwa im Fall von Toshiba Tungaloy. Unterschiedliche Erfahrungen und Beurteilungen liegen hinsichtlich der Frage vor, ob die Qualifizierung besser jeweils durch betriebsinterne Fachleute oder durch externe, seien es die Hersteller der entsprechenden Systemkomponenten oder bestimmte Fachschulen etc., durchgeführt werden soll. Nach Erkenntnissen aus den USA überblicken die Hersteller von flexiblen Fertigungssystemen bzw. von Teilkomponenten die tatsächlichen Einsatzprobleme der neuen Technik nicht ausreichend, so daß eine formalisierte Startausbildung von dieser Seite oft nicht ausreicht, die tatsächlich benötigten Qualifikationen zu vermitteln. Die Schulung durch betriebseigene Fachleute setzt wiederum voraus, daß diese die neue Technik selbst genügend beherrschen und daß genügend Kapazitäten und geeignete Vermittlungsmedien für eine systematisierte Schulung vorhanden sind.

Vor allem aus der Interessenperspektive der Arbeitnehmer stellt sich das Problem der mehr oder weniger engen Orientierung der Qualifizierungsprozesse auf den einzelnen Betrieb bzw. die jeweilige Anlage. Übertragbarkeit und Arbeitsmarktgängigkeit der neu erworbenen Qualifikationen sind insbesondere dann gefährdet, wenn die Ausbildung stark praxisorientiert erfolgt, wenig Grundkenntnisse vermittelt werden und Zertifikate fehlen.

Daran knüpft sich das allgemeinere qualifikationspolitische Problem der Aufnahme von Kenntnissen über neue Bearbeitungstechniken und Verfahren durch das Bildungs- bzw. Berufsausbildungssystem - vor allem auch im Hinblick auf die Ausbildung von Jugendlichen. Am Beispiel der NC- oder CNC-Technik läßt sich zeigen, wie lange die Reaktionszeiten von Bildungs- und Ausbildungssystem bei der Übernahme entsprechender Kenntnisse sind. Der Forderung nach rascherer Reaktion von Bildungs- und Ausbildungssystem auf neue technische Entwicklungen steht allerdings die Feststellung gegenüber, daß solches Wissen oft relativ bald wieder veraltet und dann zu unnötigem Ballast wird. So werden beispielsweise heute Programmierverfahren entwickelt, zu deren Anwendung Kenntnisse von Programmiersprachen sehr viel geringere Bedeutung haben als das traditionelle Wissen über den Ablauf der Bearbeitungsprozesse.

### 3. Arbeitsbedingungen und Arbeitszufriedenheit

Die referierten Beobachtungen und Untersuchungen befassen sich nicht mit ergonomischen Fragen, doch dürfte unbestreitbar sein, daß flexible Fertigungssysteme gegenüber der traditionellen Fertigung an einzelnen Werkzeugmaschinen durch den starken Abbau von Handhabungs-, Lade- und Beschickungsarbeiten tendenziell positive Effekte im Hinblick auf Monotonie und körperliche Belastungen haben. Durch Lösungen, wie etwa der systematischen Trennung von Transport- und Handhabungsraum auf der einen und dem Bedienungs-feld für den Einrichter auf der anderen Seite beim flexiblen Fertigungssystem der ZF, werden auch Unfallgefahren abgebaut.

Auf der anderen Seite sind Probleme der Monotonie, der Unter- oder auch Überforderung, der Einseitigkeit der Beanspruchung etc. kei-

neswegs generell beseitigt; insbesondere bei den Systemen mit ausgeprägter Arbeitsteilung gibt es Anhaltspunkte für eine Beeinträchtigung der Arbeitszufriedenheit.

In diesem Zusammenhang ist sowohl der von Dostal referierte Vergleich zwischen zwei deutschen flexiblen Fertigungssystemen mit unterschiedlichem Grad der Arbeitsteilung interessant, als auch die in den USA an einem bereits Anfang 1972 installierten System durchgeführte Untersuchung über Arbeitszufriedenheit (Gerwin). Die zuletzt genannte Untersuchung erbrachte sehr negative Befunde, insbesondere im Hinblick auf die Arbeiter mit sehr einseitigen und monotonen Tätigkeiten.

Die zentrale Frage in diesem Zusammenhang lautet, inwieweit diese Situation mit den allgemeinen Prinzipien flexibler Fertigungssysteme, mit ihrer spezifischen technischen Auslegung oder aber eher mit der Organisation der Arbeitsteilung zusammenhängt. Gerwin plädiert stärker für die zuletzt genannte Erklärungsvariante und empfiehlt infolgedessen ein Organisationskonzept, das auf Gruppenarbeit, die Möglichkeit von Arbeitsplatzwechsel, auf berufliche Entwicklung und größere Verantwortlichkeit aller Mitglieder der Bedienmannschaft abgestellt ist. Wie gezeigt, sind Lösungen in dieser Richtung in einigen der neueren europäischen und japanischen Systeme von vorneherein angestrebt.



## Literaturverzeichnis

- Asendorf-Krings, Inge: Facharbeiter und Rationalisierung - Das Beispiel der großbetrieblichen Instandhaltung, Frankfurt/München 1979.
- AWF-Ausschuß für Wirtschaftliche Fertigung e.V. (Hrsg.): Tagungsband zum Rationalisierungs-Kongreß Fertigungsautomatisierung, Böblingen, 4./6. Mai 1981.
- Barashi, M.M.: The Future of Numerical Controls. In: Mechanical Engineering, September 1979.
- Blumberg, M.: Job Switching in Autonomous Work Groups: An Exploratory Study in a Pennsylvania Coal Mine. In: Academy of Management Journal, 23, 1980, S. 287-306.
- Brödner, Peter (Editor): PDV-Berichte - Neue Fertigungstechnologien und Qualität der Arbeitsplätze - Bericht über die Fachtagung im Juni 1980 in Karlsruhe, Karlsruhe 1981.
- Comptroller General of the United States: Report to the Congress: Manufacturing Technology - A Changing Challenge to Improved Productivity, Washington, D.C.: U.S. General Accounting Office, 1976.
- Doring, M.R. and Salling, R.C.: A Case for Wage Incentives in the N/C Age. In: Manufacturing Engineering and Management, 66, 1971, S. 31-33.
- Dostal, Werner; Kamp, August-Wilhelm; Lahner, Manfred; Seessle, Werner Peter: Flexible Fertigungssysteme und Arbeitsplatzstrukturen. In: MittAB, Heft 2, 1982, S. 182-191.
- Drexel, Ingrid; Nuber, Christoph: Qualifizierung für Industriearbeit im Umbruch - Die Ablösung von Anlernung durch Ausbildung in Großbetrieben von Stahl und Chemie, Frankfurt/München 1979.
- Drexel, Ingrid: Belegschaftsstrukturen zwischen Veränderungsdruck und Beharrung - Zur Durchsetzung neuer Ausbildungsberufe gegen bestehende Qualifikations- und Lohnstrukturen, Frankfurt/München 1982.
- Gerwin, Donald: Control and Evaluation in the Innovation Process. In: IEEE Transactions in Engineering Management, August 1981, S. 67-70.
- Gerwin, Donald: Do's and Don'ts of Computerized Manufacturing. Harvard Business Review, March-April 1982, S. 107-116.
- Girard, Bernard; Poncet, Conald: L'atelier automatisé flexible de Citroën à Meudon. In: Annales des Mines, Mai-Juni 1982.
- Hackman, J.R. and Oldham, G.R.: Work Redesign, Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1980.

Hörl, A.: Planung und Realisierung flexibler Handhabungseinrichtungen in der losweisen Fertigung. In: ZWF (Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung), Heft 3, 1979.

ISI/IAB/IWF: Die Einführung flexibler Fertigungssysteme und ihre Auswirkungen auf Arbeitsplatzstrukturen. 1. Zwischenbericht für den BMFT, März 1979 (unveröffentlicht).

ISI/IAB/IWF: Die Einführung flexibler Fertigungssysteme und ihre Auswirkungen auf Arbeitsplatzstrukturen. 2. Zwischenbericht für den BMFT, Februar 1980 (unveröffentlicht).

ISI/IAB/IWF: Der Einsatz flexibler Fertigungssysteme. Technische einführungsorganisatorische, wirtschaftliche und arbeitsplatzbezogene Aspekte. Enderbericht für den BMFT (Förderkennzeichen 01 VV 127-ZK TAP 0010), Juni 1981 (Veröffentlichung in der Reihe der PDV-Berichte in Vorbereitung).

Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München (Hrsg.): Betrieb - Arbeitsmarkt - Qualifikation, Bd. I, Frankfurt/München 1976.

Kern, Horst; Schumann, Michael: Industriearbeit und Arbeiterbewußtsein. Eine empirische Untersuchung über den Einfluß der aktuellen technischen Entwicklung auf die industrielle Arbeit und das Arbeiterbewußtsein. Forschungsprojekt des RKW: "Wirtschaftliche und soziale Aspekte des technischen Wandels in der BRD", Achter Band, Teile I und II, Frankfurt 1970.

Lange, W.; Selinger, G.: Flexible Fertigungssysteme in den USA In: ZWF (Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung), Jg. 72, Heft 7, 1977.

Lundgren, Earl F.: Effects of N/C on Organizational Structure. In: Automation, 1969, S. 44-48

Maase, Mira; Sengenberger, Werner; Weltz, Friedrich: Weiterbildung - Aktionsfeld für den Betriebsrat? Eine Studie über Arbeitnehmerinteressen und betriebliche Personalpolitik. 1. Auflage 1975, Frankfurt/München 1978 (2. Auflage).

Maase, Mira; Schultz-Wild, Rainer (Hrsg.): Personalplanung zwischen Wachstum und Stagnation - Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen, Frankfurt/New York 1980.

Merchant, Eugene: World trends in Flexible Manufacturing Systems. In: The FMS magazine, Volume 1, No. 1, October 1982.

Oberhoff, H.: Beanspruchung der Arbeitspersonen an hochtechnisierten Arbeitsplätzen - dargestellt am Beispiel "Numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen", Bern/Frankfurt/München 1976.

Oldham, Greg R.; Hackman, J.R. and Stepina, L.P.: Norms for the Job Diagnostic Survey, School of Organization and Management, Technical Bulletin, Yale University, 1978.

- Piernaz, Patrick: Ateliers flexibles - Les premières réalisations européennes. In: L'usine nouvelle, Nr. 13, 24. März 1982.
- Quinn, R.P. and Shepard, L.J.: The 1972-73 Quality of Employment Survey. Ann Arbor: Survey Research Center, University of Michigan, 1974.
- Quinn, R.P. and Staines, G.L.: The 1977 Quality of Employment Survey. Ann Arbor: Survey Research Center, University of Michigan, 1979.
- Renault (Hrsg.): L'atelier flexible Renault à Bouthéon - une "première" dans le domaine de l'usinage, Firmendokumentation, Paris 1982.
- Schultz-Wild, Rainer; Weltz, Friedrich: Technischer Wandel und Industriebetrieb - Die Einführung numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen in der Bundesrepublik, Frankfurt 1973.
- Shaiken, H.: Computer Technology and the Relations of Power in the Workplace. International Institute for Comparative Social Research, Discussion Paper, Berlin 1980.
- Takeyama, H. u.a.: Development of Programmable Precision Manufacturing Systems (PPMS) for Small Lot Production. In: Annals of the CIRP, Vol. 30/1/1981.
- Williams, L.K. and Williams, C.B.: The Impact of Numerically Controlled Equipment on Factory Organization. In: California Management Review, 1964, S. 25-31.





## Das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München

Das ISF - ein eingetragener Verein mit anerkannter Gemeinnützigkeit - entstand in seiner jetzigen Form und Aufgabenstellung im Winter 1964/65 und finanziert sich ausschließlich durch projektgebundene Einnahmen und Zuwendungen.

Mitglieder des Vereins sind ganz Überwiegend Personen, die mit der Arbeit des Instituts - zum Teil als langjährige Mitarbeiter - verbunden sind; der Vereinsvorstand besteht aus den beiden Institutsleitern und Mitarbeitern des Instituts.

Seit 1973 ist das ISF - neben dem Soziologischen Institut der Universität München und dem Deutschen Jugendinstitut - als einer von drei Arbeitsbereichen (Arbeitsbereich C) am Sonderforschungsbereich 101 der Universität München - Titel: "Theoretische Grundlagen sozialwissenschaftlicher Berufs- und Arbeitskräfteforschung" - beteiligt.

Im Institut arbeiten etwa 20 Wissenschaftler mit sozial- bzw. wirtschaftswissenschaftlicher Ausbildung, nicht selten in Form einer Doppelqualifikation (z.B. Wirtschaftswissenschaften/Soziologie, Jurisprudenz/Soziologie bzw. Nationalökonomie). Die meisten Wissenschaftler des Instituts verfügen über langjährige Forschungserfahrung, die überwiegend, aber nicht ausschließlich, im Institut erworben wurde.

Die Arbeit des Instituts gliedert sich seit geraumer Zeit in vier Schwerpunkte:

- (1) Betrieb und technisch-organisatorische Veränderungen,
- (2) Betrieb, Arbeitskraft und öffentliche Interventionen,
- (3) Bildung und Arbeit,
- (4) Arbeitsmarkt und betriebliche Beschäftigungspolitik.

Gemäß diesen Schwerpunkten strukturieren sich sowohl die grundlagenorientierten Projekte (die das ISF vor allem im Rahmen des Son-

derforschungsbereichs 101 bearbeitet) wie die meisten empirischen und überwiegend anwendungsbezogenen Arbeiten, die vor allem für öffentliche Auftraggeber durchgeführt werden. Jedem Schwerpunkt entspricht eine Projektgruppe ("Team"), die aus vier bis fünf langfristig in diesem Schwerpunkt tätigen Mitarbeitern und je einem der beiden Institutsdirektoren besteht.

Während das Institut in den ersten Jahren seiner Existenz nur wenige Publikationen vorlegen konnte, werden seit 1973 pro Jahr vier bis sechs Arbeiten des Instituts veröffentlicht - seit 1977 im Campus Verlag, Frankfurt/New York, der auch den Vertrieb der früher in der Europäischen Verlagsanstalt bzw. im Aspekte Verlag erschienenen Institutspublikationen übernommen hat.

Ein Überblick über alle bisherigen Arbeiten und Veröffentlichungen des Instituts ist über das Institut erhältlich.

INSTITUT FÜR SOZIALWISSEN-  
SCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.

INSTITUT FÜR SOZIALWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG E.V.  
Jakob-Klar-Straße 9 - 8000 München 40 - Tel. 2714573

Veröffentlichungen des ISF 1976 - 1982

- Drexel, I.; Nuber, Ch.; v. Behr, M.: Zwischen Anlernung und Ausbildung - Qualifizierung von Jungarbeitern zwischen Betriebs- und Arbeitnehmerinteressen, Frankfurt/München 1976.
- Düll, K.; Sauer, D.; Schneller, I.; Altmann, N.: Öffentliche Dienstleistungen und technischer Fortschritt - Eine Untersuchung der gesellschaftlichen Bedingungen und Auswirkungen in der Deutschen Bundespost, 2 Bde., Frankfurt/München 1976.
- Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V. München (Hrsg.): Betrieb - Arbeitsmarkt - Qualifikation, Bd. I, Beiträge aus der laufenden Forschungsarbeit, Frankfurt/München 1976.
- Lutz, B., unter Mitwirkung von Schultz-Wild, R.; v. Behr, M.: Personalplanung in der gewerblichen Wirtschaft der Bundesrepublik - Ergebnisse der Betriebserhebung 1975, Bd. I, Frankfurt/München 1977.
- Marquardt, R.: Sonderschule - und was dann? - Zur Situation der Sonderschüler auf dem Arbeitsmarkt und im Beruf, Frankfurt/New York 1977.
- Altmann, N.; Bechtle, G.; Lutz, B.: Betrieb - Technik - Arbeit - Elemente einer Analytik technisch-organisatorischer Veränderungen, Frankfurt/München 1978.
- Binkelmann, P.; Deiß, M.: Öffentliche Interventionen und betriebliches Handeln - Das Beispiel der beruflichen Abschlußprüfung, Frankfurt/München 1978.
- Maase, M.; Sengenberger, W.; Weltz, F.: Weiterbildung - Aktionsfeld für den Betriebsrat? - Eine Studie über Arbeitnehmerinteressen und betriebliche Sozialpolitik, 2. Auflage, Frankfurt/München 1978.
- Sauer, D.: Staat und Staatsapparat - Ein theoretischer Ansatz, Frankfurt/München 1978.
- Schultz-Wild, R.: Betriebliche Beschäftigungspolitik in der Krise - Forschungsergebnisse aus der Rezession 1973/75, Frankfurt/New York 1978.
- Sengenberger, W. (Hrsg.): Der gesplittete Arbeitsmarkt - Probleme der Arbeitsmarktsegmentation, Frankfurt/New York 1978.
- Sengenberger, W.: Arbeitsmarktstruktur - Ansätze zu einem Modell des segmentierten Arbeitsmarktes, 2. Auflage, Frankfurt/München 1978.
- Sengenberger, W.: Die gegenwärtige Arbeitslosigkeit - auch ein Strukturproblem des Arbeitsmarkts, Frankfurt/München 1978.
- Asendorf-Krings, I.: Facharbeiter und Rationalisierung - Das Beispiel der großbetrieblichen Instandhaltung, Frankfurt/München 1979.

- Drexel, I.; Nuber, Ch.: Qualifizierung für Industriearbeit im Umbruch - Die Ablösung von Anlernung durch Ausbildung in Großbetrieben von Stahl und Chemie, Frankfurt/München 1979.
- Lutz, B., unter Mitarbeit von Schultz-Wild, R.; Tiemann, F.: Betriebliche Personalplanung zwischen Unternehmensplanung und Personalpolitik - Ergebnisse der Betriebserhebung 1975, Bd. II, Frankfurt/München 1979.
- Altmann, N.; Düll, K.: Neue Formen von Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation in der Europäischen Gemeinschaft. Bundesrepublik Deutschland, München 1978/Dublin 1980.
- Bechtle, G.: Betrieb als Strategie - Theoretische Vorarbeiten zu einem industriesoziologischen Konzept, Frankfurt/München 1980.
- Böhle, F.; Deiß, M.: Arbeitnehmerpolitik und betriebliche Strategien - Zur Institutionalisierung und Wirksamkeit staatlicher und kollektiver Interessendurchsetzung, Frankfurt/München 1980.
- Böhle, F.; Kaplonek, H.: Interessenvertretung am Arbeitsplatz und Reformen im Gesundheitsschutz - Das Beispiel Großbritannien, Frankfurt/New York 1980.
- Maase, M.; Schultz-Wild, R. (Hrsg.): Personalplanung zwischen Wachstum und Stagnation - Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungen, Frankfurt/New York 1980.
- Behr, M. von: Die Entstehung der industriellen Lehrwerkstatt - Materialien und Analysen zur beruflichen Bildung im 19. Jahrhundert, Frankfurt/München 1981.
- Köhler, Ch.: Betrieblicher Arbeitsmarkt und Gewerkschaftspolitik - Innerbetriebliche Mobilität und Arbeitsplatzrechte in der amerikanischen Automobilindustrie, Frankfurt/München 1981.
- Altmann, N.; Binkelmann, P.; Düll, K.; Stück, H.: Grenzen neuer Arbeitsformen - Betriebliche Arbeitsstrukturierung, Einschätzung durch Industriearbeiter, Beteiligung der Betriebsräte, Frankfurt/New York 1982.
- Böhle, F.; Deiß, M.; Döhl, V.; Sauer, D.: Verbesserung von Arbeitsbedingungen und Arbeitsmarktpolitik - Eine Untersuchung im Bergbau und in Gießereien, Frankfurt/New York 1982.
- Döhl, V.; Deiß, M.; Sauer, D.; Böhle, F., unter Mitarbeit von Altmann, N.: Belastungsabbau unter Tage - Zum Einfluß öffentlicher Maßnahmen auf die Humanisierung der Arbeit, Essen 1982.
- Drexel, I.: Belegschaftsstrukturen zwischen Veränderungsdruck und Beharrung - Zur Durchsetzung neuer Ausbildungsberufe gegen bestehende Qualifikations- und Lohnstrukturen, Frankfurt/München 1982.
- Bechtle, G.: Arbeitsorganisation als Verhandlungsfeld zwischen Betrieb und Gewerkschaften - Eine empirische Untersuchung in der italienischen Stahlindustrie, Frankfurt/München 1982.







